

# 港 灣 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 86      Sept. 1969

メモーションカメラによる港湾作業の視測について

高 力 健 次 郎  
工 藤 和 男  
久 保 重 美

運輸省港湾技術研究所



港湾技研資料 No.86 正誤表

頁	行	原文	訂正文
P. 25 図書カード	表-4, 下5 上2 下2	I, 35mm 関係 (欧文) 考慮すべき点、的手順が明らかにな った。	削除する。 (和文) 考慮すべき点、標準的手順が明らかにな った。

# メモーションカメラによる 港湾作業の観測について

## 目 次

要 旨 .....	3
§ 1. ま え が き .....	3
§ 2. カメラの設置場所と撮影範囲 .....	8
§ 3. 撮影用資材一覧表と写真 .....	18
§ 4. 撮影機器の取扱い .....	27
§ 5. 解析装置の概要 .....	30
§ 6. 写真による位置決定方式と研究所構内での試験 .....	31
§ 7. 山下ふ頭における撮影作業 .....	35
§ 8. フィルム解析の方針と解析結果の一例 .....	37
§ 9. 今後の作業の改善点 .....	41
謝 辞 .....	42

**Application of 35mm memo motion camera  
to port activity analysis.**

**Kenjiro KOHRIKI\***

**Kazuo KUDO\*\***

**Shigemi KUBO\***

**Synopsis**

In order to improve design work of port facilities such as quay walls, transit sheds and access roads, data of field observations must be utilized.

A system of observation based on 35 mm memo-motion cameras makes this field work possible to be conducted by a relatively small working party. Procedures and related problems of an actual field observation in Port of Yokohama are briefly reported. Cargo handling activities on the wharf apron of berth No. 2 of Yamashita pier have been recorded, and some typical patterns of cargo handling activities demonstrated herein.

Throughout this study, efforts are concentrated to establish a standerdized procedure from the step of photo-taking to the film-analizing in which authors utilized a set of film-analyzer.

This system of observation, by its accuracy and flexibility, will be an effective tool to the wide range of field observations on port activities.

---

\* Member of Computer Center, Design and Standard Devision

\*\* Chief, Computer Center, Design and Standard Division

# メモモーションカメラによる 港湾作業の観測について

高 力 健 次 郎\*  
工 藤 和 男\*\*  
久 保 重 美\*

## 要 旨

港の荷捌き、貯蔵、運搬、計量等の諸活動を行なうための施設として、種々の構造物が計画されているが、これらの計画の設定根拠は必ずしも確固たるものでなく、最適の施設の配置や規模の決定をするには、実際の荷役活動について客観性のあるデータを収集する必要がある。少人数の人員でこれを可能にする目的で、港湾荷役作業をカメラで撮影し解析する事を考え、調査方法を確立して標準的手法とし、今後の計画に関する研究のための強力でも簡単な手段とする事がこの研究の主眼である。ふ頭のエプロン上の荷役作業を今回の撮影の対象とし、35mmパルスカメラ2台を使用して種々の方式による撮影作業を検討し、撮影作業を行なう場合に考慮すべき項目を明らかにした。実際の撮影作業は、横浜港山下ふ頭、第二号バース付近で行ない、作業方式の改良と必要な機器の試作を経て、本船荷役、上屋倉庫での搬出搬入作業などの、エプロン上での貨物運搬の状況を記録する事ができた。撮影にあたっては、特にこれらの活動が一バースについて一つの単位であると考え、全体の状況を撮影する事に留意した。さらにフィルムを解析してトラック進入の台数、停車時間やフォークリフトの運動を調べて、エプロンの利用の状況を知るための資料を得た。

本研究によって、パルスカメラによる調査の標準的な手順を確立する事ができた。

## § 1. ま え が き

1.1 港湾諸施設の構造としての構造力学的水工学的な検討は、従来から非常に詳細に行なわれて来たにもかかわらず、施設の荷役運営上からの検討は必ずしも充分とはいえず、極めて不完全に港湾運送業者や港湾管理者から利用上の問題が指摘されたにすぎない。しかも、これらの意見も綿密に検討して見ると、偏った経験や又聞きであったり、共同利用している利用者の中の一部の意見であったりして、客観的、総合的な利用者としての認めがたいものが多い。さらに、港湾の諸施設の規模の釣り合いや配置の問題（いわゆるレイアウト）と、港湾運送業者や船会社、検定人、税関、その他実際の運搬に関係している人々の仕事の効率的な組合せ、段取り等の運営の問題を考慮した港全体の経営、運用については、

全く未知の領域である。港湾の建設に従事する者にとって、この領域の解明が従来望まれていた事であり、そのためには実際の荷役活動そのものを観察、熟知することが第一歩であった。これを実際に達成するには、種々の方法が研究され、港湾管理者や港湾建設局においては、施設利用状況や貨物の背後地への流動に関する調査が行なわれた。これらのものは、貨物の長期間の動きや傾向を捉えてはいるが、実際の荷役活動やその運営については、何らの知識を与えるものではない。その意味で、施設の実際の利用状況、港湾の作業状態を観察する事が必要になりその方法を考えていた。

昭和43年度に、メモモーションカメラを使用してエプ

\* 設計基準部 計算室

\*\* 設計基準部 計算室長

ロン上の作業の解析を行なったので、メモーションカメラの簡単な説明とそれがどの様に使われたかを概略紹介し、さらに、今後メモーションカメラを使って観測を行なう場合に参考になるよう、撮影、解析作業の運営の手順、考慮すべき点、および二三の観測結果などをまとめて報告する。

## 1.2 メモーションカメラの一般的な長所と他の分野での応用例について

メモーションカメラの特徴はひとくちにいって、ある時間々隔をおいて動作や現象を撮影することである。そのフィルムを通常の24コマ/秒で映写すれば、いわゆる駒落し撮影をした事と同じ結果になる。

これによって

- ① 長時間の作業の流れを僅かなフィルムに収められる。
- ② 数分間の映写時間でこれを再現する事ができる。
- ③ 概括的に作業を見る事ができる。
- ④ 一旦フィルムに撮影すれば繰り返し再現でき、客観的な記録になると同時に、目視では観察不可能な多現象を同時に記録できる。
- ⑤ 自分の欲する個所でフィルムを止め映像上の寸法を測る事により、速度、位置、軌跡等の定量的なデータをを得る事ができる。
- ⑥ 電気的パルスによって、メモーションと同じく間歇的に撮影を行なうパルスカメラを使用した場合、二台以上のカメラで同期撮影する事によって、三次元的な運動を解析したり、同時に起る二つの事象を関連づけて解析したりする事ができる。

そのようなメモーション（パルス）カメラによる研究の例は他の分野においては非常に多く、例えば、工場内の作業の改善のために作業活動、機材の流れ、作業部品の配置とそれの使用状況の観察に使われている。その他、工場内での機械操作をする労働者の動作を記録して、作業改善の資料とする等、人間工学的な研究や、さらにロケットエンジン試験、レーダースコープの記録、バブルチェンバー内の素粒子の軌道の記録といったような広範囲の分野でメモーションカメラは使用されている。また、撮影方式についていえば高速度撮影、無線又はケーブルによる遠隔操作、複数カメラの完全同期撮影等、種々の特殊な機能を持つカメラが開発利用されており、今後これらのカメラの特徴を活かした利用は、各分野で益々増大すると思われる。

## 1.3 撮影機器について

撮影機器は通常はシネカメラを考えるが、これの他に35mmスチールカメラにモータードライブを付けたもの

と工業用テレビカメラを使ったビデオテープレコーダがある。現在のところ、まだこれらのものを使用した経験がないので、一応製品の例を挙げるに止める。

シネカメラの構造は簡単について、撮影のための光学的装置の他に、撮影の速度を制御する装置が付加されており、全体が二つの部分からなっている。前者の部分は通常のシネカメラと全く同じであり、レンズ、シャッター、絞、フィルム送り歯車などからなる。後者は二つの方法があり一つはカメラとは分離したシンクロモーターがあって、これから間歇的にトルクを取りこれを歯車で伝達させてカメラ部分を駆動するものであり、他の方式はカメラとは全く独立のパルス発振器からパルスを出し、これによってカメラ内のシャッターを開くものである。後者のタイプのものは通常、パルスカメラと呼ばれ、複数のカメラを同時に撮影し（同期精度は $10^{-3}$ secオーダー）、立体的な解析や別々の場所で起きた現象を時間関係を比較しながら検討することができる。両者を比較すると、駆動用のモーター方式では発振器を必要としないので取扱いが簡単であるが、同期撮影ができない点と、同寸法のフィルムを使うパルスカメラに比して独立の駆動モーターの分だけ重量が増す点が不利であり、カメラ据え付けを考える場合、この重量が致命的である事も考えられる。

その意味で、手軽に全体の動きを把握する場合や、足場その他に問題がなく安定している場合はメモーションカメラの方が良く、多量のデータを系統的に取って緻密な定量的解析を行なうには、パルスカメラが望ましい。16mmと35mmとの比較についてもこの間の事情は全く同じであって撮影機、フィルムの値段では16mmが、解像力の点では35mmが優れている。一応、製品として市販されているものを挙げてと表-1のようになる。

## 1.4 解析装置について

(1) アナライザー 従来、写真撮影されたフィルムのデータは、印画紙で焼きつけて見るか、映写機でスクリーンに投影して見るかして被写体の動きを観察するだけで終りであった。フィルム上から被写体の位置、大きさ、角度、速度等の定量的な数値を読み取るには、一枚一枚を印画して読むか、投影スクリーン上に物差しを当てるしかなく、これらの方法は印画のボケ、歪みによる誤差やスクリーン上の測定作業中の種々の誤差を考慮すると精度はあまり期待出来ず、さらに処理能力の点やその間の手間のかかり方を考えれば、到底大量のデータを一定の精度で処理する事は不可能であった。これらの点を改善し高精度で能率の良い解析を確保するために、フィルムによるデータの解析を行なう装置が製作された。

表-1 撮影カメラ一覧表

		製品名	特長	値段
シネカメラ	8mm	フジカシングル8; メモモーション装置	小型 取扱い、取付け簡単 軽量、フィルムコストも安い。	カメラ、パレス発振器、撮影機一式で30万円
	16mm	ベルアンドハウエル70DR** ソレノイド16mm 200PA型** マルチデータ16mm III B型*	○フィルムは安い、データ板を入れると画面が小さくなる。 ○分解能は劣る。	35万円 (本体24万) 27万円 —
	35mm	オートマックス35mm G-1型* パルスカメラ マルチデータパルスカメラIV型	分解能は16mmに比して格段に優れている。フィルムの値段が高い。	120万円 200万円 (本体 140万)
	70mm	マルチデータ70mm V型	分解能に優れる。	—
スチールカメラ	35mm	モータードライブ	フィルム巻き上げ露光を自動的に行ない一秒間2~4コマの速度で撮影できる。	カメラ、モータードライブ一式で約15万円
VTR	ビデオテープ	芝電気 東芝アンベックス ソニー	即時に録画を見る事ができる。テープの再録が可能。像の歪曲、雑音がある。	TVカメラ、ビデオレコーダ、モニターテレビ一式で約35万円

\* ケーブルによるパレス駆動

\*\* シンクロナスモーター

表-2 映写機一覧表

フィルムサイズ	会社名、又は製品名	値段
8mm	1. フジカスコープ	2万円~3万円 スチール、逆転 映写可能なものと、そうでないものがある。
	2. エルモ	
	3. キャノン	
	4. シネマックス	
	5. ユニカスコープ	
	6. サンキョー	
	7. コパルセコニック	
	8. ベルハウエル	
16mm	1. ベルハウエル	スタンダードタイプで10万円程度 スチール、逆転は通常可能
	2. 北辰	
	3. エルモ	
	4. 映機	
	5. 新響	
35mm ポータブルタイプ	1. 新響電機	スタンダード、32万円、スチール逆転映写には特殊加工が必要

基本的にはその機構は投影ヘッドと解析ケースから成立している。投影ヘッドは、フィルム駆動と定位置での停止の機能、さらに解析ケースへの投影機能がある。駆動は一駒駆動、シネ駆動、電動流し駆動があり、かき落とし爪とレジストレーションピンによってフィルムを駆動させ、停止の場合はピンでフィルムを固定する。この位置の固定は非常に高い精度で行なわれ、従ってフィルムの2つの駒の間の同一対象物の位置のズレは、全て対象物の移動によるものと見做す事ができるように設計されている。投影倍率を変更したい場合は、投影レンズを付け替えるか、レンズターレット板で変更できる。解析ケースは透視型スクリーン、スクリーン上の $x, y$ ヘアクロス、およびヘアクロス移動用ハンドル、座標指示器よりなる。投影ヘッドからの像をスクリーン上に結ばせ、これに $x, y$ ヘアクロスを一致させ、インディケータ上のダイヤルを読んでスクリーン上の像の位置を読み取る。読み取りの精度は機械によって異なるがスクリーン上で $0.05\text{mm} \sim 0.025\text{mm}$ と公称されている。以上が投影ヘッド、解析スクリーンの大要であるが、この他にXY座標値、角度、駒数を自動的にテープ穿孔させ電子計算機による処理を可能にする装置として自動読取の装置がある。変換方式はヘアクロスの変位を電圧信号に変えた後、デジタルポルトメーターで数値変換するもの、シャフトポジションエンコーダーによるもの、磁気格子によるもの等がある。解析装置として市販されているものとして、Vangnard社のフィルムーション型アナライザーがあり、国産ではNAC社、大沢商会が製作している。この他に二本以上のフィルムを同時に解析でき、フィルムを非常に高倍率に拡大してスクリーンに投影させ、スクリーンのヘアクロスは固定したまま、フィルムの位置をモータによって微速で駆動してフィルム移動量でフィルム面の位置関係を明らかにするブルックヘヴン型がある。

## (2) 映写機

入手可能な映写機は表-2の通り

### 1.5 港湾荷役作業に対する撮影機械の使用

以上1.2, 1.3が観測装置としての撮影機、解析機、映写機の一般的な概要である。次に我々の場合の撮影作業について述べよう。先にもふれた通り、実際の港湾荷役作業を観察する方法として、客観的で再現性があり、しかも定量的な解析にも耐えるという点、さらに少人数で調査可能である点を考慮して、カメラによる撮影を検討し

た。対象は、そこでの荷役作業が多様であり、ふ頭における荷役作業の大部分をその中に包含している点から、エプロン上の荷役作業とし、これに対して撮影、解析、データ処理の各作業を行なって、それぞれの作業において問題となる点を明らかにし、最終的には以上の三つの作業を一貫したルーチン作業として完成し、このような種類の問題に対する手法として確立する事を目的とした。この手法は全く同一の方式を踏襲する事によって、上屋内および船内の荷役作業、コンテナふ頭の荷役作業や港内外の航路での船舶の航行状況に対しても有力な解析の手掛りとなると確信する。

エプロン上の荷役作業を撮影する場合の目的を簡単に要約すると、次のようになる。

- ① 全体の貨物の流れ、運搬作業の動きを把握してエプロン利用の状態を概括的に観察する。
- ② 本船揚積作業、上屋入庫作業、倉庫作業、エプロン上の荷捌き作業等の個別の作業に注目し、作業のサイクル、1回のトリップ当りの貨物量必要スペース、軌跡等を明らかにする。

しかし撮影作業を行なう場合、両方の目的を同様に満たす事は困難であって、いずれかに重点を置いた作業を行なう事が必要であった。例えば、①の目的を満たそうとすれば、エプロン幅員24m、バース延長160mの面積(山下ふ頭の場合)をカバーする必要がある、これを二台のカメラで行なうとすれば、個々の作業については部分的に不明瞭であったり、位置を定めるにもかなりの誤差を覚悟せねばならない。その逆に、②に主題を置けばバース全体の動きは視野外になり、これを補助するには相当の目視による観測を必要とする。従って、いずれに重点を置いた観測を行なうかを決定する必要があった。ここでは次の三つの理由から第一の撮影目的を①とした。

- (1) エプロンの作業の大要が不明である。従って問題の優先度は①の方が高い。
- (2) 個別の作業を撮影する事に比して、全体を撮影する事の方が数段困難であること。
- (3) ②に対する概略的なデータは、①の作業を行なう事によって副次的に得る事ができる。

①の作業をある程度行なった後、②の作業の概略のデータを得、これを緻密化する目的で、②を主眼に置いた撮影作業を行なう事が研究の正しいステップと考える。



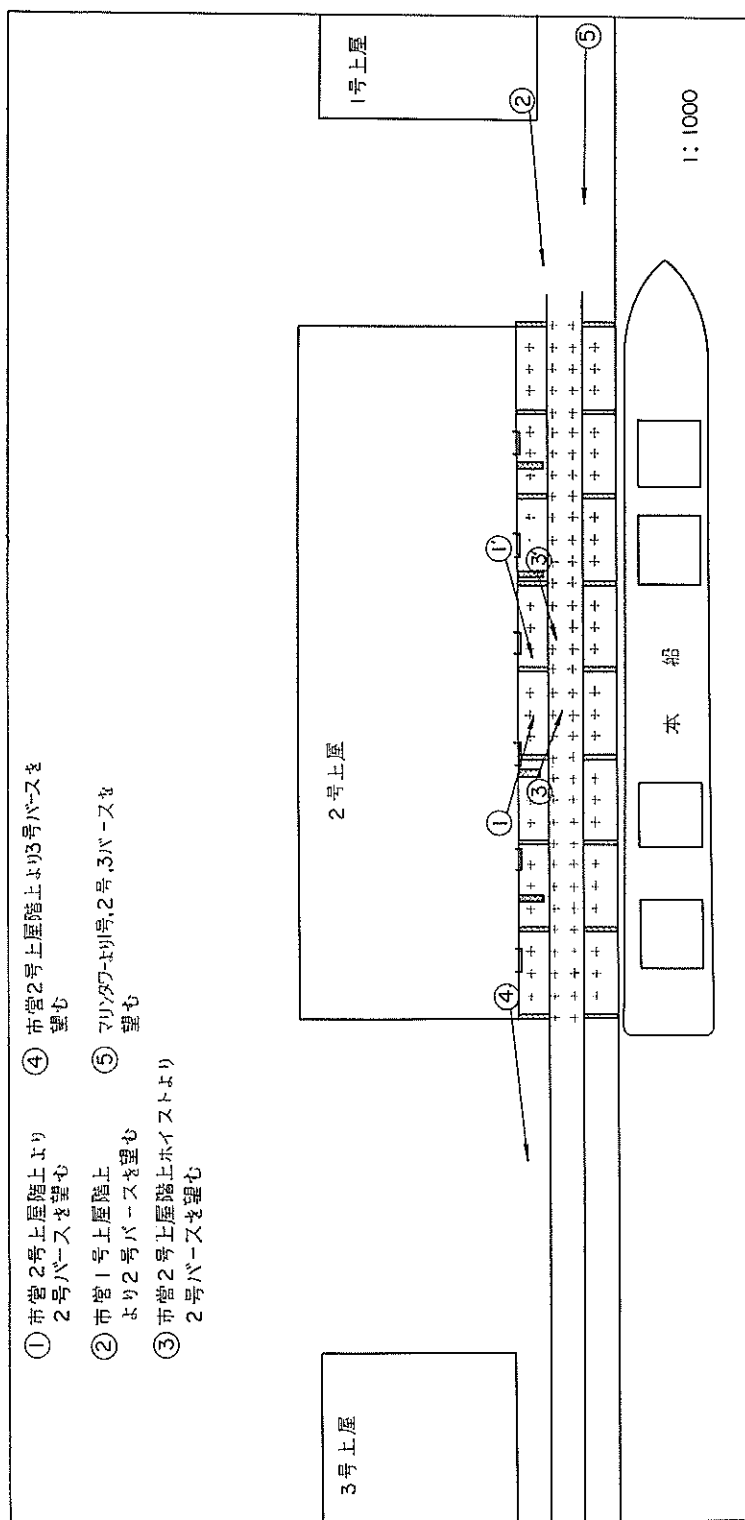


図-1 山下ふ頭2号付近略図 1/1000の平面図, 第1～第3バス, 上屋とカメラ設置場所を示す。

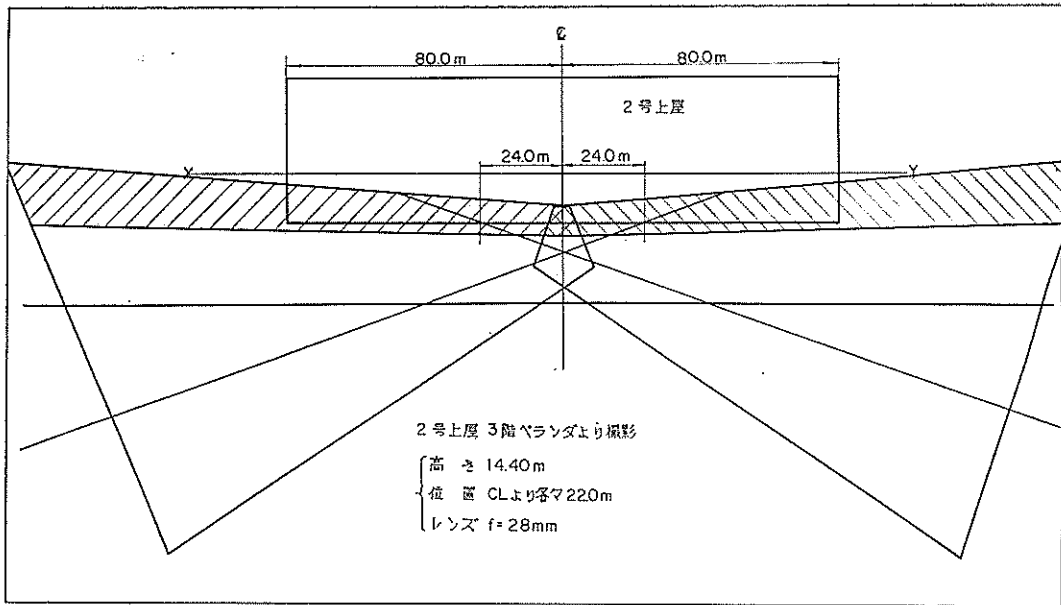


図-2 カメラスタンドを付けない場合の2号上屋階上からの撮影 (f=28mm)

## § 2. カメラの設置場所と撮影範囲

エプロン上の作業の撮影を行なうために我々は、代表的な場所として山下ふ頭を選んだ。将来は外貿ふ頭だけに止まらず内貿ふ頭についても行なう必要がある。地点は山下2号を主に考え、3号その他についても試験的な撮影を試みた。山下ふ頭2号岸壁の付近の略図を図-1に示す。市営2号上屋前面のエプロンと2号岸壁を撮影する目的で、五種類の方式にもとづいていくつかの地点にカメラを設置して撮影する事を検討したが、最終的には市営2号上屋の三階のベランダ部分に特製のカメラスタンドを据え付けて撮影する方式を取った。五つのカメラ設定位置は各々に得失があり、カメラ撮影上考慮しなければならない問題点を明らかにし、今後異なる場所で他の対象を撮影する場合の参考にもなると思われるので冗長になるのを覚悟して、2号以外の岸壁の撮影を試みた2つの場合と併せてここに書き止める事にする。

### 2.1 市営2号上屋階上倉庫の三階ベランダ

市営2号上屋の階上二階、三階の部分は倉庫業者の倉庫になっており、上屋敷から3m幅張り出して通路が設けてあり、端に110cm程度の高さの手摺があって通行者の安全を計っている。また、この通路はフォークリフトの移動のための通路でもあるので、幅はカメラ設置の広さに充分であり、階段にも通じているので資材の運搬にも支障がない。次に手摺の高さを考慮に入れて、カメラ撮影

の支障とならないよう、高さ100cmの足場を造る事を考え、種々の台を検討したが、入手の難易、現地までの運搬を考えて、建築用の足場として市販されているパイプ建枠を組んで使用する事とした。使用レンズは、現在入手できる広角レンズの内、広角であって像の歪みの著しくないものを選び、f=28mm を考えた。このレンズで種々の方向にカメラを向けて、バース延長 160m、上屋敷端より水際線までの幅26mの部分カバーしようとしたが、2台のカメラで全域を写すには図-2に示すようなカメラ配置、カメラ角度が最も良いと思われた。しかし、これにもとづいて43年8月下旬から2週間撮影を行なった結果、この方法には非常な欠陥がある事が発見された。その一つは図-2に示すように、ベランダの手摺が障害となってエプロンの上屋側が6m近くの幅で全く遮蔽される事であり、さらに、第2の欠陥としてフィルムがネガフィルムである事、使用したアナライザーの倍率が8倍である事、天候が悪く撮影条件が悪かった事等の原因で、フィルムを解析する場合に対象を明視できるのはカメラから75m程度以内である事が判明した(写真-1, 写真-2参照)。このために、エプロン上のカバー範囲は実質的に面積として全体の約 $\frac{1}{2}$ 又は $\frac{1}{3}$ 程度にも満たず、しかも、26mの全幅員を完全に撮影した場所はどの部分にもないという結果になっている。この事から、同方法による撮影は根本的に検討を加える事が必要になった。特に第一の問題は、ベランダ外面から約20cm又は30cm内側にカメラがある事が原因であり、これをベランダ側に接近

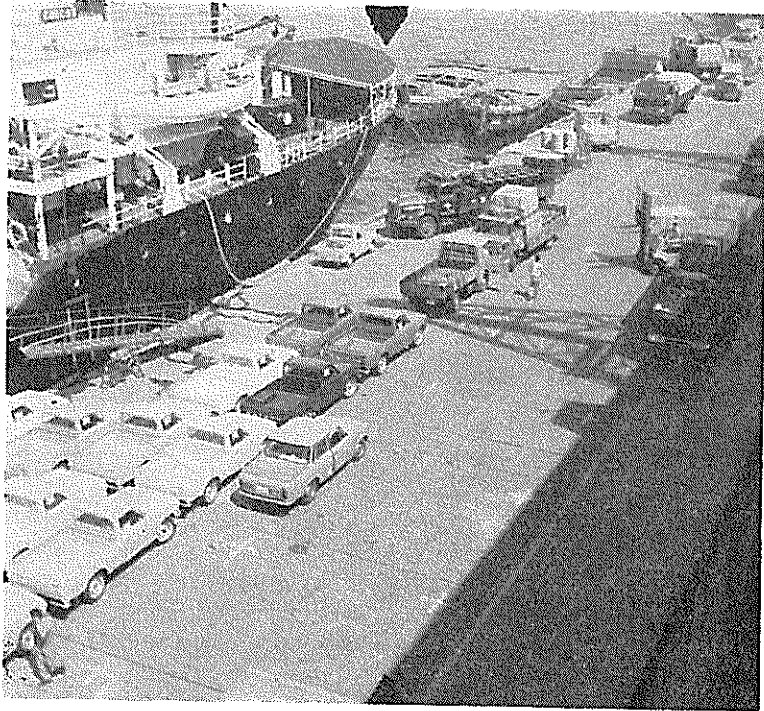


写真-1 市営2号上屋階上より (f = 28mm)



写真-2 市営2号上屋階上より (f = 28mm)

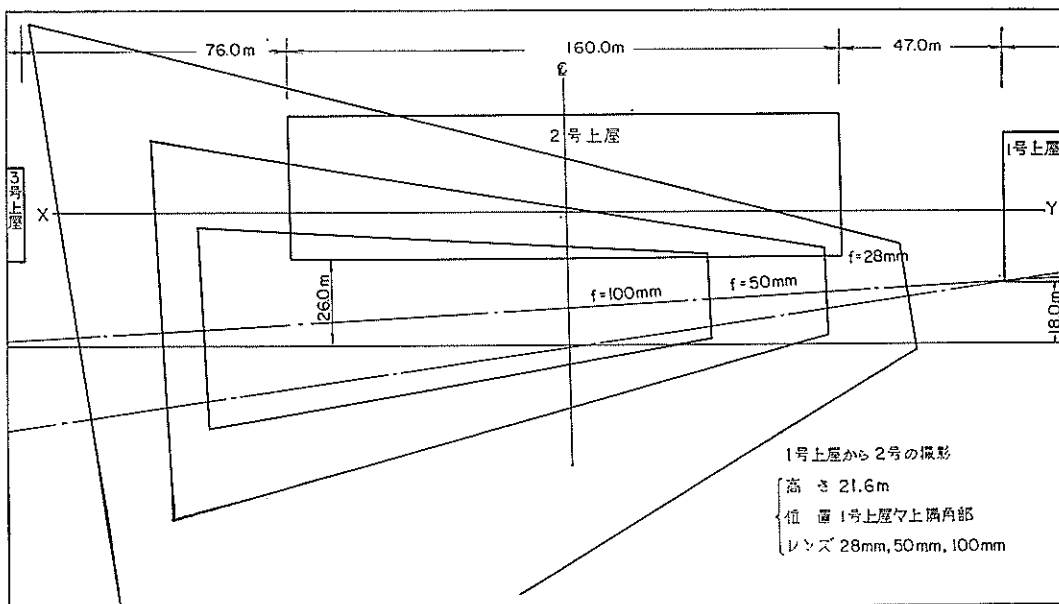


図-3 市営1号上屋々上からの撮影 (28mm, 50mm, 100mm のカバー範囲)



写真-3 市営1号上屋々上より (f=28mm)



写真-4 市営1号上屋々上より (f = 100mm)

させようとする、必然的にエプロン面から15mの高さの仮設足場の上から乗り出して精密な作業を行なう事が必要となり、後に述べるように神経の集中を必要とするフィルム取替えおよびカメラ設置作業が、90分に1回の割合で起る事を考え併せると小手先の改善でこの方法を続ける事は危険であると判断された。

## 2.2 市営1号上屋の階上倉庫五階屋上

図-1で示すように山下市営1号上屋は、2号上屋より岸壁法線近くに立っているため、階上倉庫の角から見ると2号エプロンの中央線上に立つことになる。四階屋上の一部に一階立ての控室があり、この屋上にカメラを設置した。その理由は、1号より2号をサイトした場合、水平距離が長くなり二階、三階から撮影すると角度が浅いと思われたからである。28mm、50mm、100mmを使用した場合のカバー範囲と、その場合の写真を図-3、写真-3、写真-4に示す。この場合の利点は1枚の写真で2号バース全域を撮影する事が可能な点と、2.1の場合のような遮蔽が存在しない点である。逆に欠点は、エプロンの中で、3号バース寄りの半分は28mmでは視認がやや困難であり、これを50mm、100mm等で補強しようすると、角度が浅い事と望遠レンズに特有の遠近感の不足とから、画面を見て解析を行なう事に難があり、特に

貨物が混雑して、エプロン上にパレットに乗った貨物が何層にも積まれて来ると、貨物が林立している間を、フォークリフトが見え隠れするという画像となり、解析の場合その位置的な関係が不明瞭になる事を免れない。位置的には、資材の運搬に非常に骨が折れる事と、2号バース上屋の補助的な観測員とは切り離して（ある程度の人員を）、ここにはり付けて、カメラの動き、フィルムの取替え、絞りの変化等の監視を行なう事が必要になる点が欠点である。しかし、この問題と解析の場合の位置関係の不明確な点を何等かの方法で克服する事ができれば、視界内に遮蔽物の無い点、一枚で一バースをカバーできる点から、今後有力な撮影方式であると考えられ、その他のバースに対しても応用できると思われる。

## 2.3 足場にカメラスタンドを用いた撮影

種々の方法を検討したが、視界、遮蔽物の有無、カメラと対象物との角度、撮影距離、撮影資材の据え付け場所、運搬の難易、調査員の合理的配置、補助的なデータ収集の難易、解析上の問題を考え併せれば、今のところ2.1を改善し、視界、遮蔽物の点を向上させて撮影する事が一番良いという結論になり、後に述べるようなカメラスタンドを製作した。このスタンドの唯一の目的は、ベランダの外側にカメラを突き出して固定させる事であ



↑写真-5 市営2号上屋階上より  
( $f = 28\text{mm}$ )



←写真-6 市営2号上屋階上より  
16mmカメラ  
( $f = 12\text{mm}$ )



写真-7 市営2号上屋階上より (f = 28mm)

り、これによって2.1の方式の視界の問題を解決しようとする。さらに、解析上問題となる対象物までの距離の長さについては、図-4のように35mmカメラを配置し、解析上の困難を予想される3号バース寄りに、16mmのメモモーションカメラを配置する事によって、この点を解決しようとした。即ち、35mmで不明の物についてのみ、16mmメモモーションカメラで作業の大要を知ろうとした。この場合の左側、右側の35mmカメラ、および16mmカメラによる撮影例を写真-5、写真-6、写真-7に示す。これによれば、スタンドによって遮蔽領域を著しく減ずる事ができ、視界が広がったと同時に、撮影による観測方法の信頼度、情報量は飛躍的に増大した。これによって、当初の段階での撮影問題は一応解決された

いう事ができる。しかし、これも完成されたルーチン作業としてはまだ様々の問題をもっており、これについては、§9で述べる事にする。

#### 2.4 マリントワーからの撮影

今までとは全く違った方法として、山下公園に隣接して立っているマリントワーの展望台から写真撮影を行なう事を考え、その予備的な試験として、35mmスチールカメラに400mmの望遠レンズを取りつけて撮影した。その写真を写真-8に示す。よの結果を見ると、2.2の場合に比して角度が大体同様である事、また本船によって遮蔽される部分がある事が判る。さらに、距離が遠い事とタワーがかなりの高度にある事を考えれば、霧、塵埃、スモッグ等によって影響を受けやすい点と、長時間撮影

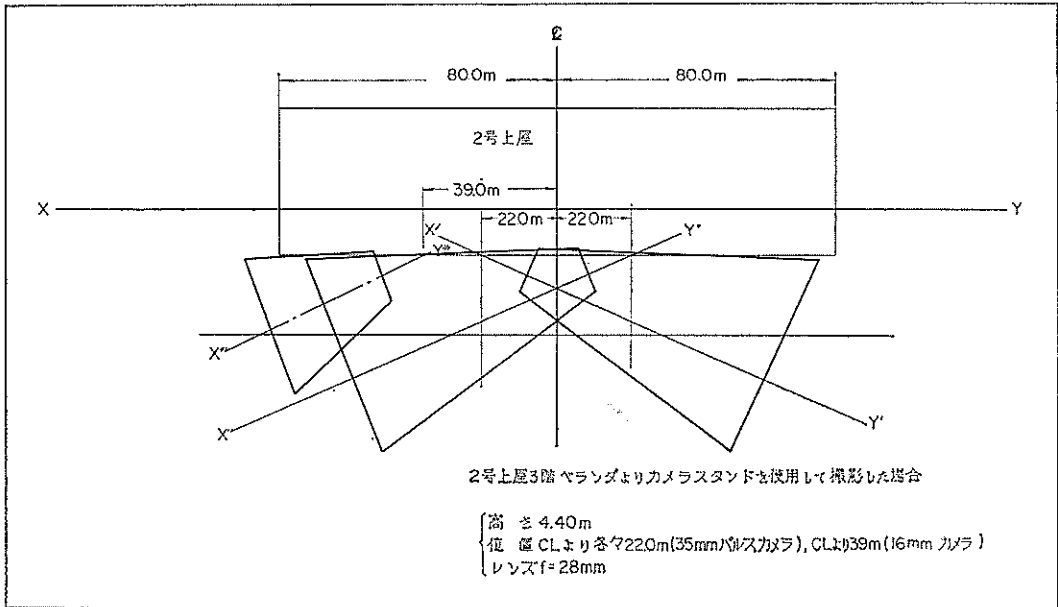


図-4 カメラスタンドを付けた場合の2号上屋からの撮影 (f=28mm)

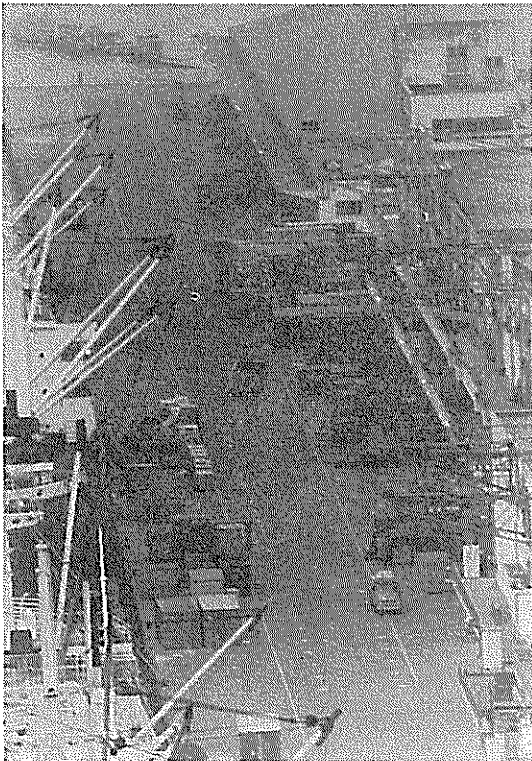


写真-8 マリントワーより  
35mmスチールカメラに f=400mm のレンズを付けて撮影

の場合に生ずるカメラの微細な角度のズレによって、視界が大きく移動する危険がある事も考えられ、2.2 に比して大きな利点はない。但し、同一の地点から1号、2号、3号と一望に見る事ができる事から、上述の欠陥を克服すれば、3バースを同様に撮影でき、船舶の不荷役による撮影の空きを無くせる点と、本船裏側のはしけ荷役も容易に撮影できる等の長所もある。

#### 2.5 ホイストクレーンからの撮影

今までのカメラ設置は、いずれもカメラを地平面に傾斜して撮影する事を考えている。これに対して、カメラを垂直に近い軸線で真上から撮影した場合はどうなるであろうか、又、2.1のような遮蔽を避けるためにカメラをベランダより外へ出してエプロンの長手方向に平行に近い方向で撮影すればどうなるか。これを検討すべく、階上倉庫で貨物の出入れのために使用しているホイストクレーンを足場として考えた。ホイストクレーンは、四階屋上からさらに2m高い所から水平に張り出したクレーンであり、その上に検査、修理用の幅40cm程度の通路が先端まで取付けられている。この面の高さはエプロン面より21.5mあり、先端は上屋敷より9m張り出している。150mの上屋にほぼ等間隔で4本あり、内側の2本の先端で f=28mm を使って傾斜して撮影する場合の平面図と、35mmスチールカメラで撮った場合の写真2枚を図-5、写真-9、写真-10に示す。

これによれば、直下にサイトした場合はこの程度の



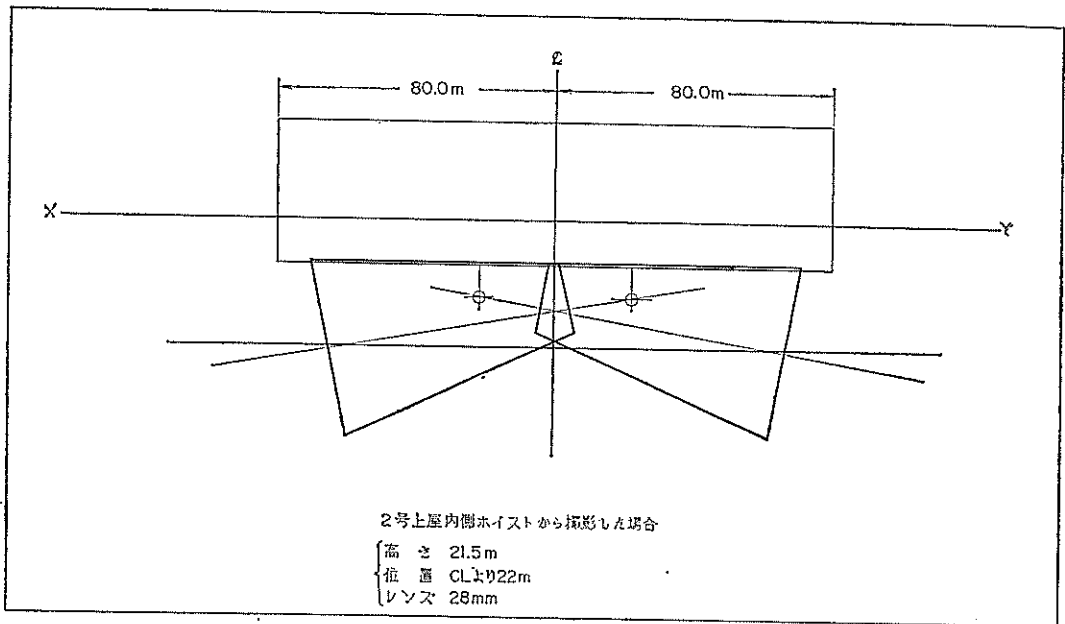


図-5 ホイストクレーンからの撮影

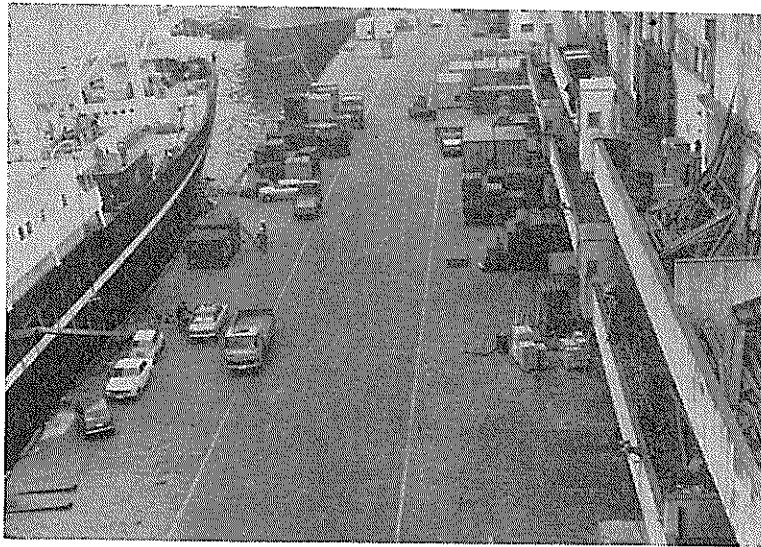


写真-9 ホイストクレーンより

高さではエプロンの一部が撮影されるだけで全体の状況は見る事ができない。傾斜してエプロン長手方向に平行に写した場合は、かなりの部分が明確に写っている。特に、ベランダの張り出しの下側についても遮蔽が問題にならない程写っている。しかし、この場合はカメラの設置場所が幅40cm程度の通路であり、設置した後もフィルム替え、露出の適正化等でカメラを何度も取扱わねば

ならないので作業は非常に危険である。もし、通路付近を安全にするため金網で保護するなどの処理を行なったとしても、もともと、定常的に使用する目的でない通路であり、21mの高所での事故発生の重大性を考えれば、到底、ルーチン作業としてこれを行なう事はできないと思われる。

2.6 2号上屋々上から3号上屋を撮影した場合



写真-10 ■ホイストクレーンより

2号だけでなく他の岸壁で撮影する事が当然考えられるが、その場合の撮影の例として2号上屋々上から3号を写した場合を説明する。2号上屋々上の高さは26.8mで、 $f=28\text{mm}$ 、 $50\text{mm}$ 、 $100\text{mm}$ を使った場合のカバーエリアを図-6に示す。又、その時の写真を写真-11、写真-12に示す。

鉛直角、距離の点では2.2と同じようであるが、やや今回の方が設置点が高いためか、角度が深く画像の分離の面で優れている。又、副次的な原因であるが、対象の3号が平屋建て上屋である点から、2号程のエプロン上の活動の複雑さはないため、撮影、解析のための条件は良いといえる。しかし、1号バースから撮影すると異なり、3号上屋のひさしの部分約3mが遮蔽物となり、庫口の動きが全く不明である欠点がある。

## 2.7 投光器からの撮影

6号岸壁を撮影するために突堤の基部にある投光器(高さ約18m)を利用した場合を、写真-13に示す。

角度、距離共、2.6と大差ない。カメラ設置点としての足場は、やや狭いが据え付けは可能である。設置点までの途中の運搬は極めて危険であり、資材の移動、人員の交替には安全に対する特別の配慮が必要である。

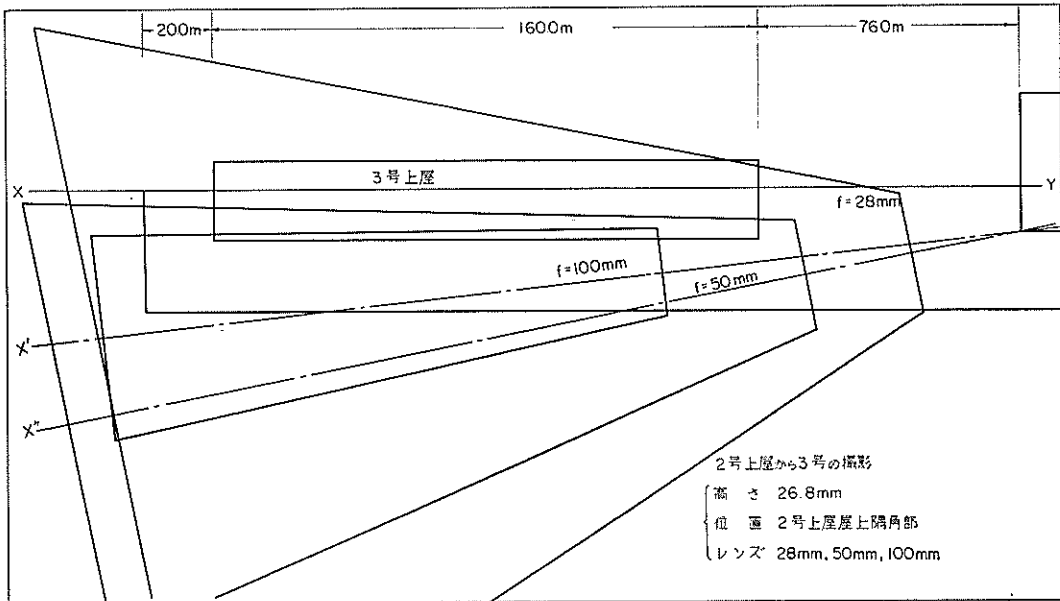


図-6 2号屋上から、3号バースの撮影 ( $f=28\text{mm}$ 、 $50\text{mm}$ 、 $100\text{mm}$ )

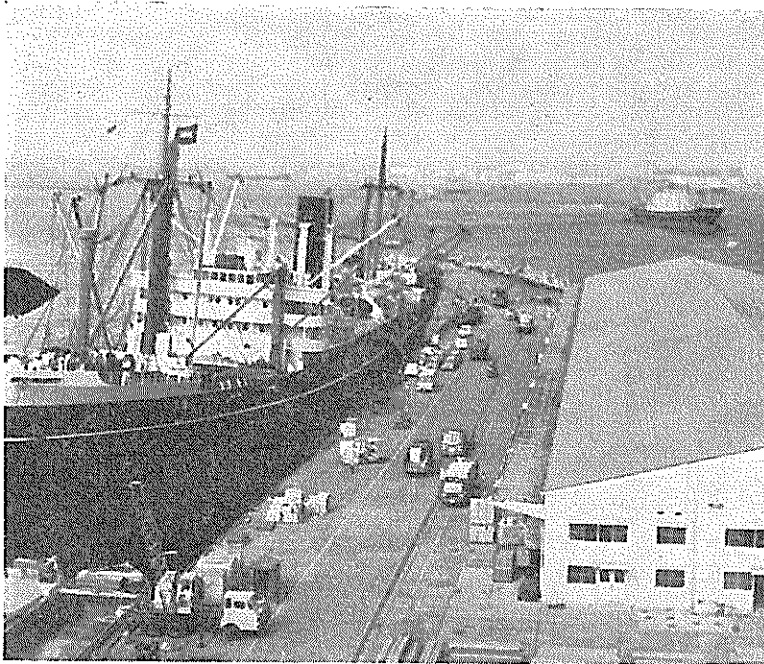


写真-11 市営2号より3号バースを撮影  
( $f=28\text{mm}$ )

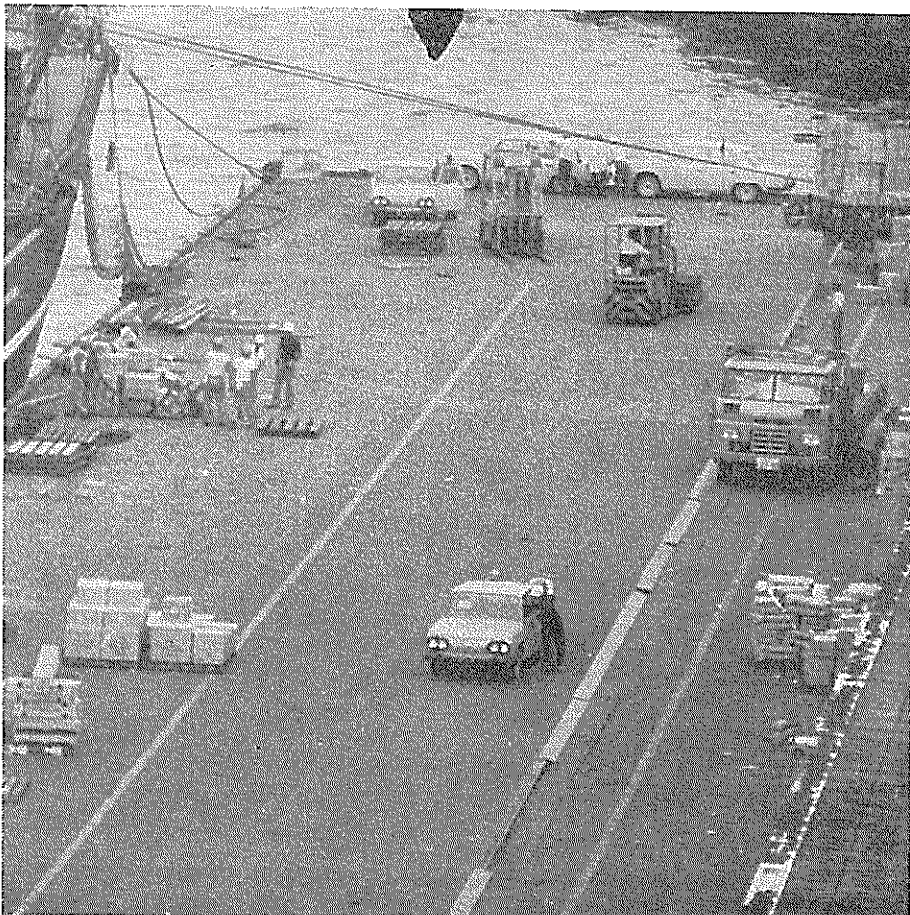


写真-12 市営2号より3号バースを撮影  
( $f=200\text{mm}$ )



写真-13 投光器より6号バース撮影

### § 3. 撮影用資材について

35mmパルスカメラ、16mmメモーションカメラで撮影する場合に必要な資材と、その構成を図-7に示す。35mmパルスカメラの場合には、先ずパルス発振器

#### 3.1 撮影資材の構成

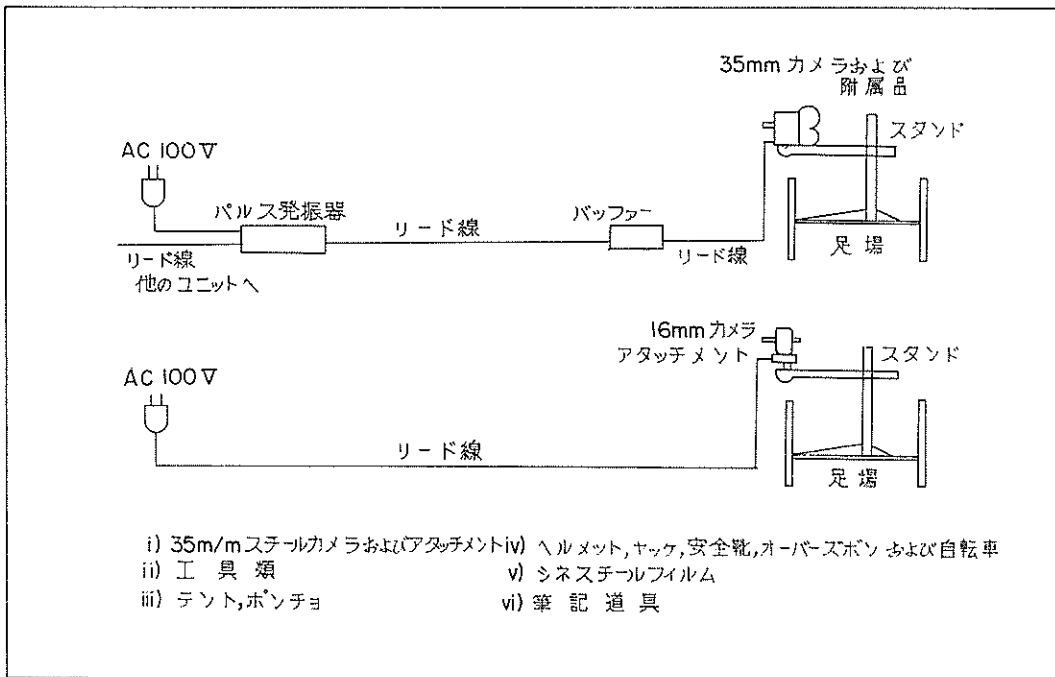


図-7 撮影用資材の構成

があり、これから各カメラユニットに対してカメラのシャッターを開かせる電気パルスを一定時間々隔で発振する。各カメラユニットではバッファがこの信号を受け取り、次にこれを変換してカメラに送ると、カメラ内で一定時間だけシャッターのロックが解放されて、シャッターの羽根が一回転しフィルムが露光される。カメラはカメラ本体、フィルムマガジン等からなり、通常はカメラ三脚の雲台に取り付けられる。雲台は鉛直軸、垂直軸にそれぞれ自由に回転でき、雲台のネジを締めつける事により任意の角度で固定できる。この場合は、ベランダから張り出して撮影しても安定するように設計されたカメラスタンドにこの雲台を取付け、さらにスタンド全体をパイプ構造の足場の上に据え付けた。16mmメモーションカメラの場合は、35mmに比べると数段簡単であって、足場、スタンド、雲台は35mmと同一であり、撮影装置は16mmの撮影機とメモーションカメラ駆動モーターよりなる。撮影機は通常のベルハウエル製の16mmシネカメラであり、これをスプリング駆動から切替えてフィルムを手動できるような状態にし、フィルムを巻く部分に手動ハンドルと同じような先端に溝を設けた軸

を挿入し、これをモーター側からのトルクによって回転させ撮影する。その他、本船側の動きや、シネカメラ視野外の艇等の荷役作業を見る目的で、35mmスチールカメラを使用した。

### 3.2 35mmパルスカメラについて

以上が撮影機材の構成であるが、次にもう少し詳しく装置を説明する事にし、先ずパルスカメラについて述べる。発振器とバッファの機能を要約すると次のようになる。

- ① 2台以上のカメラで同時に撮影させる事
- ② カメラの撮影を一定の間隔で行なう事
- ③ 撮影のピッチを変化させる事

発振器の制御パネルの写真を図-8、写真-14に示す。上段左端は電源コード、およびカメラのバッファへのリード線を接続するコンセントであり、右端はフィルムのコマ数の標示器である。下段は電源スイッチと各々のカメラへの接続のスイッチで、中央のロータリースイッチはパルスのインターバルを $1/10$ secから通常のシネ撮影まで8段階に切替えるためのものである。

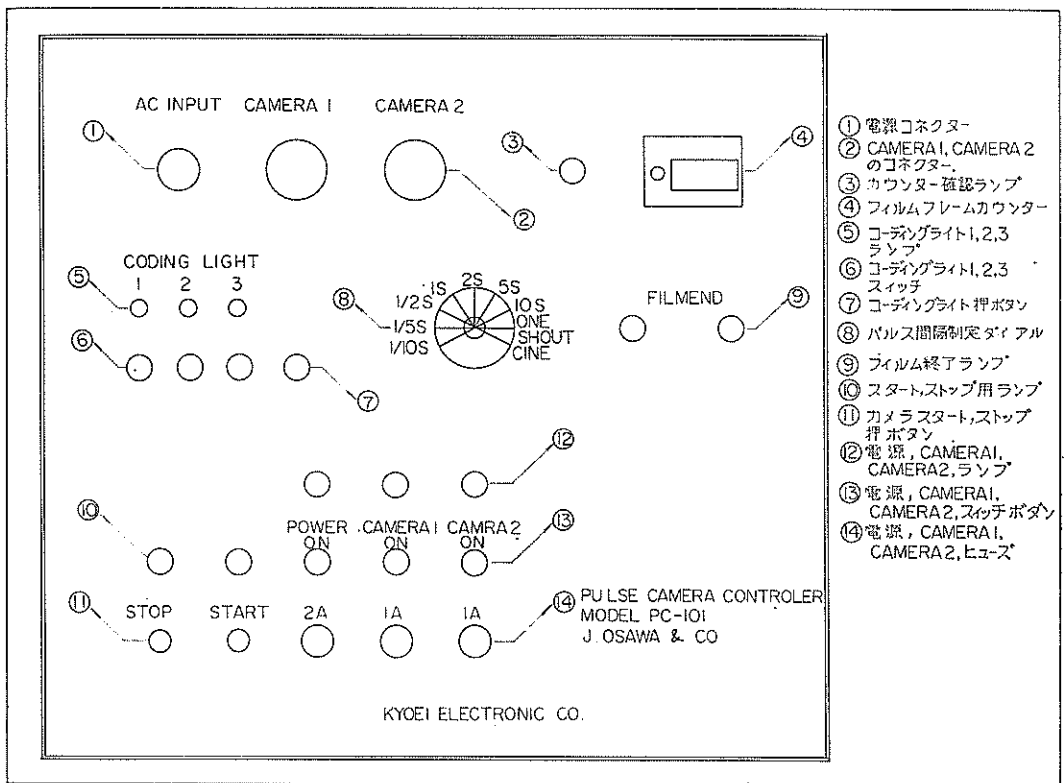


図-8 パルス発振器

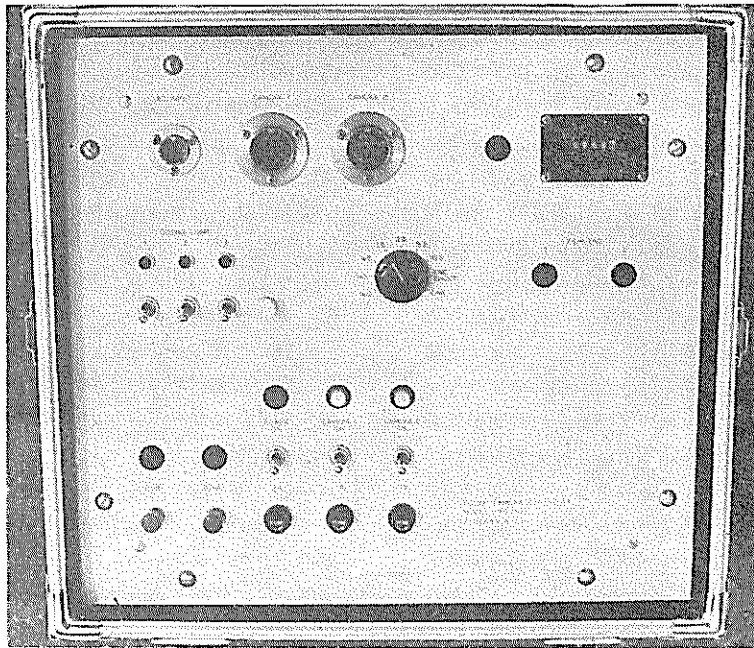


写真-14 パルス発振器

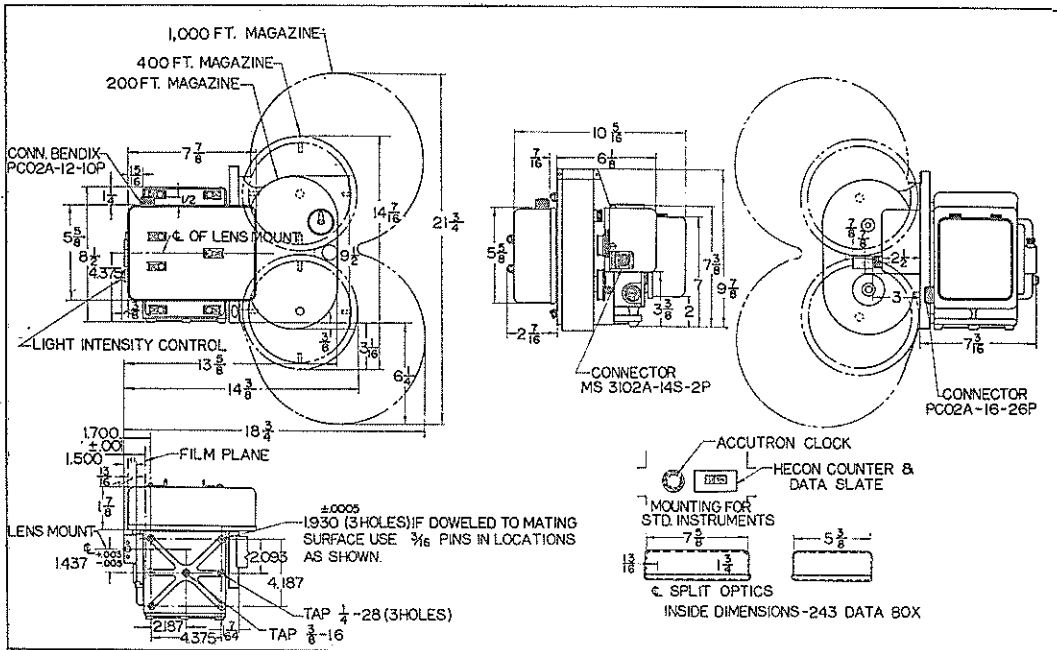


図-9 マルチデーターパルスカメラ

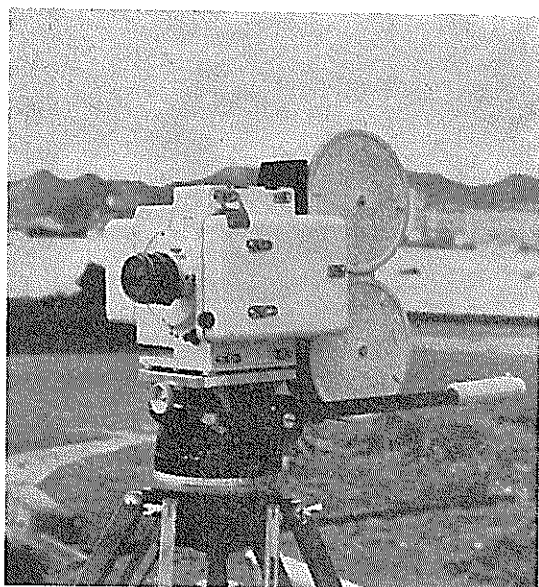


写真-15 マルチデータパルスカメラ

表-3 マルチデータカメラモデル IV-C 型仕様

仕様項目	内 容
フィルム	35mm
フィルム容量	10ft 日中装填スプールまたは200, 400および1000ft マガジンと駆動装置により長尺フィルムの使用も可能
フッテージ・インジケータ	フィルムの残余フット数を表示
レンズ・マウント	アイモマウント
寸 法	高さ: 21.4cm, 幅: 15.2cm, 長さ: 16.5cm
重 量	5 kg (400フット フィルムマガジンを装填した時 8 kg)
連続撮影コマ数	5, 10, 20, および40 fps を変速ギアによって選択 (標準), ほかに 4, 16, 32, および64 fps も可
1コマ撮影	最高, 毎秒10コマまで任意
マスター・スレーブ回路	数台のカメラの各々が, 同一コマ数の露出をおこなうように, 撮影停止を制御
シャッター	回転円板36度の開角度が標準として付属 (170度まで任意の開角度の円板も製作可能)
アウトプット・パルス	露出中点に28Vパルス出力が得られる。
内蔵ヒーター	サーモスタットによる温度調整
露出時間	露出時間は連続撮影, 1コマ撮影とともに同じで変速ギアとシャッター開角度によって決定される。例えば,

仕様項目	内 容		
	36°	120°	
	5fps 10fps 20fps 40fps	1/50 1/100 1/200 1/400	1/15 1/30 1/60 1/120
<G>負荷	任意方向に20Gまで耐える。		
使用条件	温度: -65°F ~ +135°F 湿度: 最高100%, 高度: 50,000ft		
所要電力	モーター=最大・60W, 115V, 400c/s, 3相 クラッチ=最大・5W, 28V D C ヒーター=28V D C, 1/2A コーディング・ライト=115V A CまたはD C		
駆動用モーター	400c/s, 3相, シンクロナスモーター (シャッターおよびフィルム駆動) 単相, 60c/s用, 28V D C用モーターモ可		
クラッチ作動	連続撮影をおこなう場合は28V D Cを使用し, 1コマ撮影を行なう場合には, 下記の28Vパルスを使用する。		
変速ギア	最小	最大	
	5fps 10fps 20fps 40fps	15 millise. 15 millise. 15 millise. 15 millise.	140 millise. 75 millise. 40 millise. 18 millise.
仕 上 げ	断光熱性ホワイトエナメル		
露出遅延時間	パルス入力と露出との間の遅延時間は 変速ギア 露出遅延		
	5fps 10fps 20fps 40fps	150 millise. 81 millise. 49 millise. 36 millise.	
コーディング・ライト	ネオンランプ (NE-2) 3個内蔵		
基準マーク	光軸を示すマークが, 画面内に記録される		
取 付 け	光軸に対し平行 (誤差 1 millirad.) な 2 平面が各々90度をなし, この面を取付け平面として使用する。		
ボアサイト・ファインダー	3倍ファインダー, ヘアクロス内蔵		
データチェンバー	24時間目盛の時計 (秒針つき) 4ケタカウンター データスレート		
	以上データは 4.8mm × 18.3mm の寸法で35mmシネサイズの端に入る。		

マルチデータパルスカメラを, 写真-15, 図-9 に示し, その性能を表-3に示す。三脚に乗った黒い部分が雲台と呼ばれるカメラ固定装置で, 鉛直軸, 水平軸の回りに自由に回転できる。カメラは大別すると三つの部分に分けられ, 写真では手前側からデータボックス部, フィルム駆動および撮影部, モーターおよびパルス受信部と仮に名づける。中央の部分にあるフィルム駆動, 撮影部はス

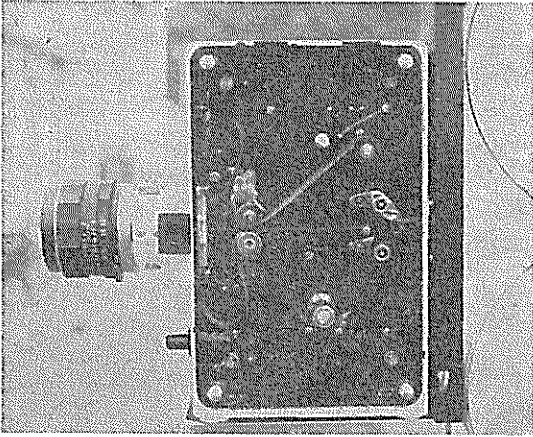


写真-16 マルチデータパルスカメラ

チールカメラのシャッターとフィルムチェンバーに相当する部分であって、その面を取り出して撮影したのが、写真-16 である。写真に見るように、前面に35mm用レンズを取付け、400フィートフィルムの場合には後にフィルムマガジンを取り付ける。このフィルムチェンバーの上の部分（又はマガジンの上の部分）に未露光のフィルムをストックし、撮影が進むに従ってフィルムを中央の歯車で巻き、フィルムチェンバーの中央左端に逐次誘導する。この部分にフィルムの駒と同じ大きさの長方形の穴がレンズの軸方向に開いており、その前面をシャッターが回転している。シャッターは切り欠けのある円板であって、円板が一回転して切り欠けの部分が上述の穴（アパーチャ）に重なる度に光はレンズを通してフィルムに当たって露光する。露光したフィルムは下側の歯車によってフィルムチェンバーの中を逐次送られて、下の部分（又はマガジンの下の部分）に巻取られる。シャッターの回転と歯車によるフィルムの移動は、写真-15の向って左側のモーターおよびパルス受振部で行なわれ、バッファから送られる電気パルスで動いているが、この点の説明は詳細に過ぎるので省く。レンズは口金の部分を適当に切削する事によって、ニコンマウントを除く全ての35mmスチールカメラのレンズを使用する事ができ、広角から望遠までの切替えが可能である。フィルムマガジンは400 フィートのフィルムを使用する場合必要となるもので、フィルム全体の駆動のために専用のモーターでフィルムを巻取る。向って右側にあるデータボックス部は、駒数カウンター、電気時計、データ板等の補助データを示す装置と、これをパルスに同期させて照明するキセノン放電管、さらに映像を中央部のアパーチャの一部分に投影する光学装置からなっている（写真-17）。

カメラの視界を決定するには通常ファインダーが使わ

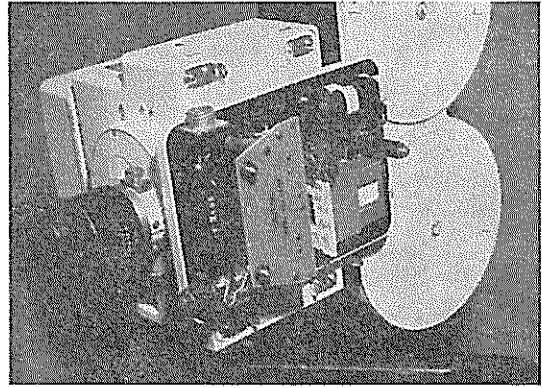


写真-17 データチェンバー

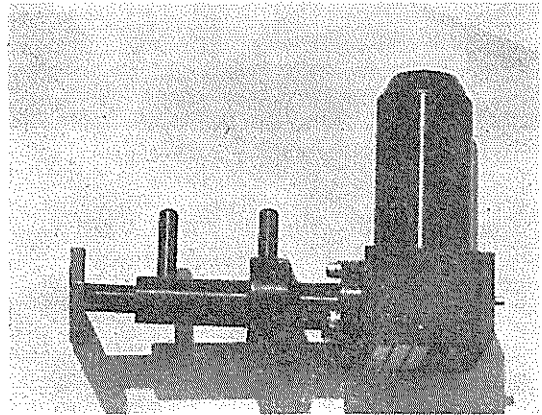


写真-18 ボアサイトトウール

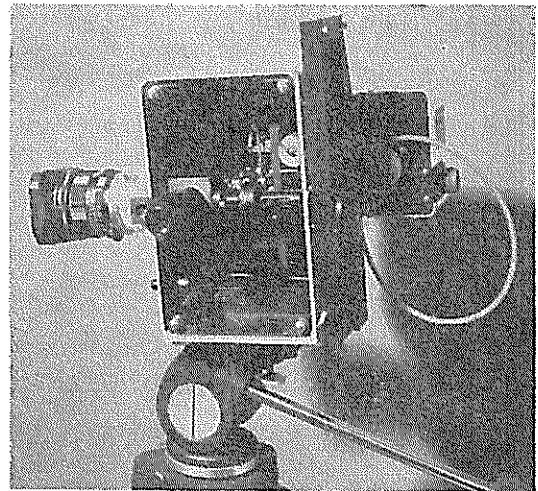


写真-19 ボアサイトトウールとカメラ

れるが、パルスカメラの場合は写真-18に示すボアサイト・トウールを使う。鏡で光を90°に反射させ、これを



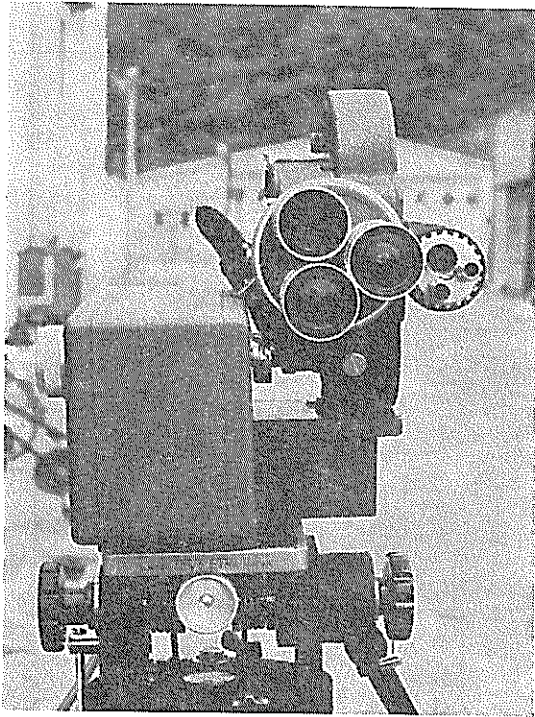


写真-20 16mmシネカメラ

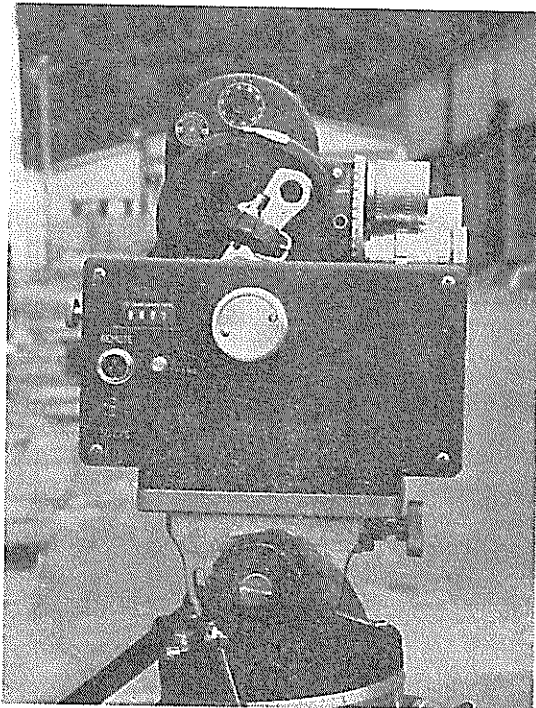


写真-21 16mmシネカメラ

望遠鏡で見る装置であって、これをチェンバーのアーチャーの部分にはめ込む事により、フィルムに映るものと全く同一の像を得る事ができる。取付けた状態を写真-19に示す。この場合、像が倒立像である点と、撮影中に見る事ができない点がやや問題であるが、慣れと固定方法で改善できる。

### 3.3 16mm メモーションカメラ

16mmカメラの写真を写真-20、写真-21に示す。雲台に固定されているものが、駆動モーターでギヤの切替えによって毎分60コマ、100コマ、300コマ、1000コマの4段変速が可能である。16mmカメラはその下端でネジによってモーターの張り出した部分に固定され、写真-20に示すようなジョイントによってトルクのみが伝達される。16mmカメラについてはかなり普及していると思われるので、説明は省く。

### 3.4 カメラスタンドと足場

カメラスタンドの目的は、カメラを乗せてベランダ等から張り出して安全に固定し、視界を広げる事である。これを行なうには次の事が必要である。

① カメラを張り出した状態で安定している事、および長時間にわたって撮影してもカメラの角度が変化したり振動を生じない事。

② カメラにボアサイトワールをつけて軸線の角度を決定する場合と、実際の撮影を行なう場合は、カメラは張り出した位置にあるが、フィルムを装填しデーターボックスのセットをする場合は、カメラを手元に移動させて取扱い必要がある。

③ このため、カメラをスムーズに移動させる事が必要であり、さらにボアサイトで最初にセットした位置とフィルム装填その他の作業を済ませて撮影を行なう場合のカメラ位置は、全く同一である必要がある。特にこの場合、カメラと対象物間の距離が大きい為、角度のズレによる影響は非常に重大である。

この目的で、図-10写真-22、写真-23に示すようなカメラスタンドを製作した。スタンドは柱とブーム、これを結ぶジョイント、ブーム先端に取りつけられる雲台固定の受け皿、柱を固定し全体のバランスを取る底部よりなっている。最も特徴的な部分はジョイント部分で、写真-23に示すような構造になっている。ブーム全体の上下動はラックとラックピニオンハンドルによって行なわれ、固定はジョイントの基部に当るリングを締めて、柱に固定する事によってなされる。垂直軸のまわりの回転を行なう機構は上側のリングの部分がブームを水平方向に固定支持しており、このリングが基部のリングによって支えられて柱の回りに自由に回転できるようになっており、

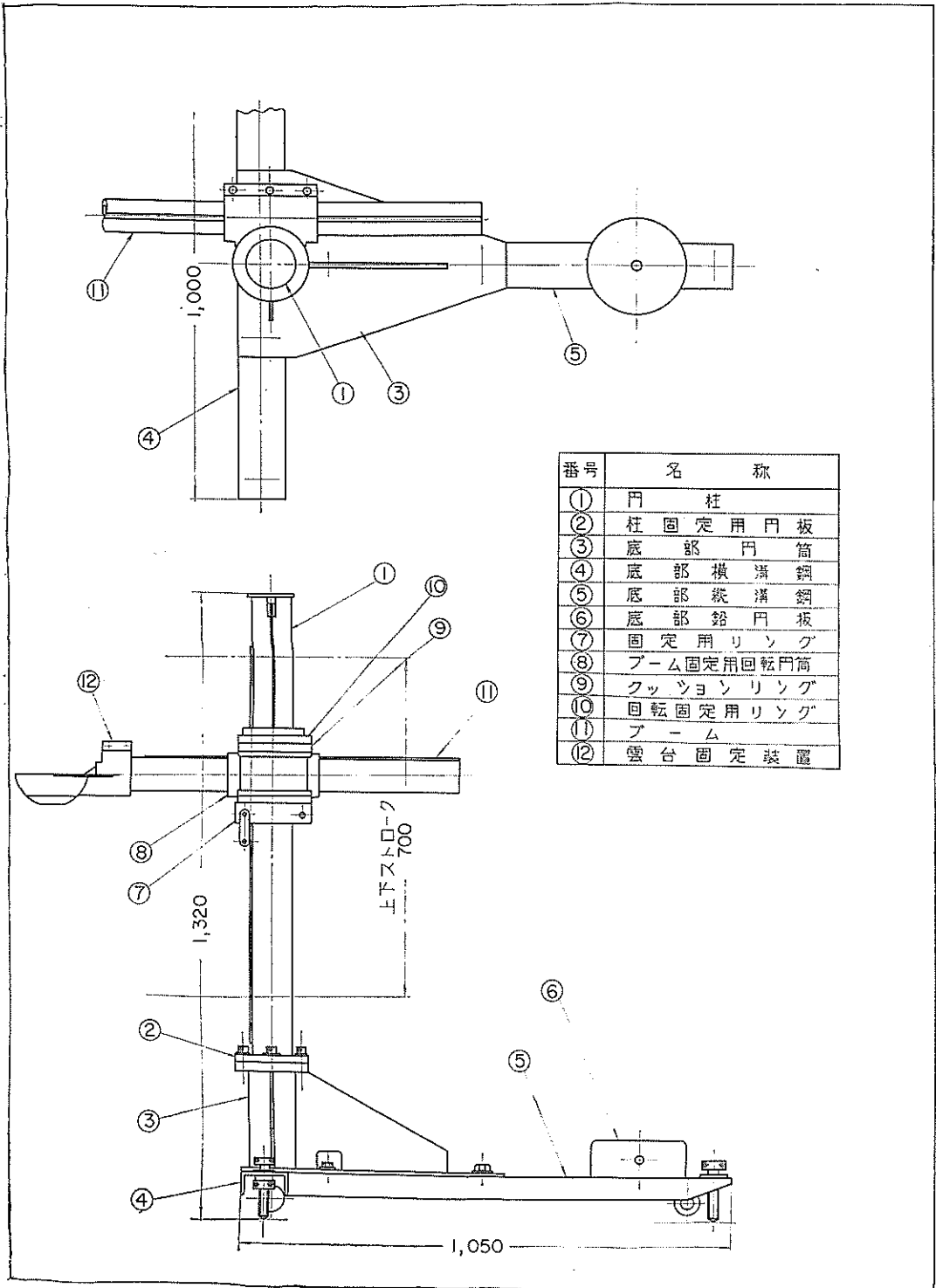


図-10 カメラスタンド

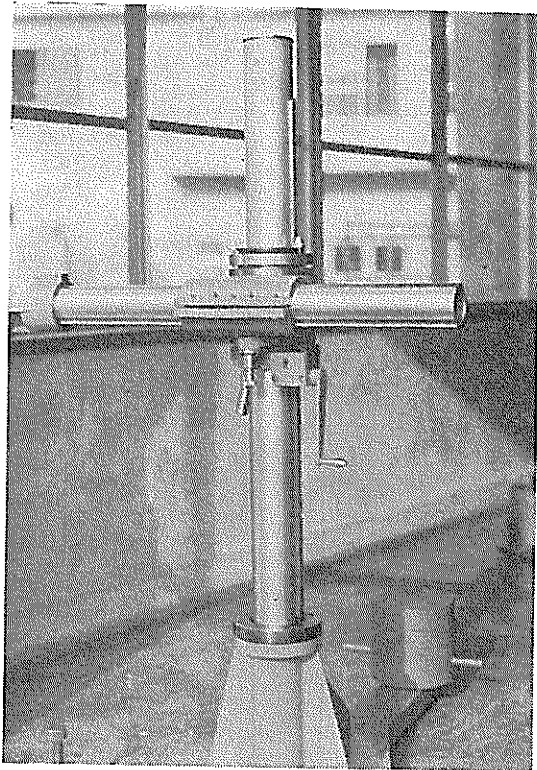


写真-22 カメラスタンド

カメラおよび雲台は、360°の回転が可能である。この回転をブームが張り出した位置で固定するために、基部のリングにスプリングで押し上げられたピンが設けられ、

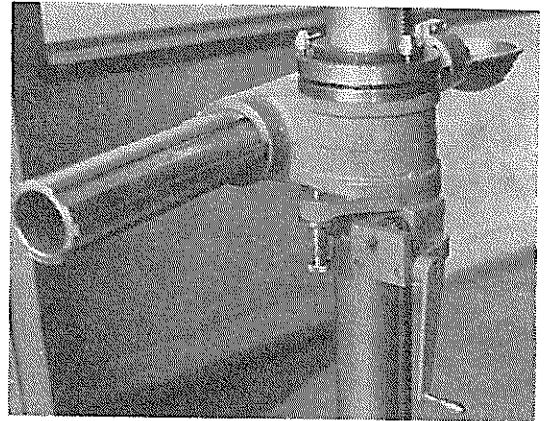


写真-23 カメラスタンド

回転リング側には、底面に穴が設けてあり、真横に張り出した場合に、丁度ピンと穴が同一線上に来るように配置してあり、この位置でピンが働いて固定される。

固定を解いてブームを動かす時はピンを手で引き抜いてブームを動かせばよい。

スタンドだけでは高さが不足するため、建築現場で使用されているパイプ建枠を組合せて二層のヤグラを組み中に布引き建枠を渡し、この上に厚さ 3 cm 程度の松材の敷板を置いた。

### 3.5 資材表

現地でカメラ観測を行なう場合に必要となる資材の一覧表を、表-4に示す。

表-4 メモーションカメラによる観測資材表

分類番号	分類名	資材番号	品名	単位	数量	備考		
I	35mmカメラ関係	1	マルチデータパルスカメラ	台	2	バッファーとカメラ間		
		2	格納箱	個	2			
		3	フィルムマガジンケース	〃	2			
		4	マガジン格納箱	〃	2			
		5	カメラ雲台	〃	2			
		6	35mmレンズ固定口金	〃	2			
		7	リード線(1)	本	8			
		8	ポアサイトツール	個	2			
		I	35mm 関係	9	スポットロメーター		個	2
				10	レンズ (f=28mm)		〃	2
				11	レンズフィルター		〃	2
				12	レンズハケ		〃	2
				13	バッファー		台	2

分類番号	分類名	資材番号	品名	単位	数量	備考
II	16mmカメラ関係	14	パルス発振器	台	1	長さ 100m パルス発振器とバッハア ー間
		15	リード線(2)	本	2	
		16	カメラ防水用ナイロン布	枚	2	
		17	リード線(3)	本	2	
III	スタンド及び足台 関係	1	ベルハウエル 70DR シネカメラ	台	1	長さ 100m 発振装置と電源タップ付
		2	駆動モーター	台	1	
		3	電源コード	本	1	
		4	雲台	個	1	
IV	35mmスチールカ メラ関係	1	カメラスタンド	台	3	足台3基分以下同様
		2	グリース	カン	1	
		3	ウェス			
		4	足台用パイプ建枠	個	15	
		5	梯子型建枠	台	12	
		6	ピン	台	12	
		7	ジャッキベース	台	12	
		8	敷板	枚	9	
V	工 具 関 係	1	ニコンフォトミックFT	個	1	
		2	交換レンズ 24mm	台	1	
		3	50mm	台	1	
VI	テント関係	1	トランシーヴァー	組	1	
		2	ドライバー	本	2	
		3	六角ペンチ	式	2	
		4	モンキーレンチ	本	2	
		5	ペンチ	台	1	
		6	なまし鉄線	巻	1	
		7	しの	本	1	
		8	バインダーテープ	個	2	
		9	安全ベルト	本	4	
		10	カラビナ	個	8	
		11	安全索	本	5	
		12	フラッシュランプ	個	1	
		13	ダークバック	台	1	
VII	フィルム関係	1	三角テント	枚	2	
		2	ポンチョ	台	3	
VII	フィルム関係	1	35mmフィルム 富士スーパーパンクロ マチックネガタイプFS			ASA 160

分類 番号	分類名	資材 番号	品名	単位	数量	備考
Ⅷ	筆記具関係	2	16mm " FS			A S A 160
		3	35mm S S スチールフィルム			A S A 100
		1	ボールペン	本	5	
		2	記入用紙			
		3	画板	枚	5	
		4	ファイル	"	6	
		5	インデックスカード	箱	2	
		6	セロテープ	個	2	
		7	マジックインク	本	2	
		8	チョーク			
Ⅸ	その他	1	ヘルメット	個	4	
		2	ヤッケ		4	
		3	安全靴	足	5	
		4	オーバーズボン	着	4	
		5	茶箱	個	2	
		6	双眼鏡	台	1	
		7	自転車	"	1	

## § 4. 撮影器具の取扱い

### 4.1 カメラスタンドのセット方法

まず、スタンドの底部のT字型をした部分をやぐらの敷板に乗せ、前の2個の車がエプロンの長手軸と一致する方向に向かせ、できる限り手摺の近くまで押し、この位置に底部を固定するために各々の車の付近に付いているボルトを回して車が回転できないようスタンド全体を浮き上らせる。

次に柱と底部とを連結している鉄製の円板に取りつけられている埋込みボルトを六角ペンチで緩めて、柱のラックが後の車の方向にあるように柱を回転させて、位置を調整しペンチでボルトをきっちりと固定する。

ハンドルを動かすために、ブームの位置を回転させて邪魔にならないようにした後、ジョイントの基部リングにあるハンドルを回転させて、ブーム、ジョイント全体をラックピニオンによって上へ移動させる。撮影するのに適当な所まで上げた後は、基部リングの固定用ネジでリング全体を締めて柱に固定し、上下に移動しないよう

にする。

基部リング上にある回転リングは、ブームを水平に支える円筒部分を持つが。この固定用のボルトをモンキーレンチ、六角ペンチで緩め、ブームを円筒内で滑らせて柱から雲台までの距離（カメラ張り出しの距離）を調節する。ブームを水平方向に固定するには円筒部のボルトを締めつける。

ブームの先端には、半円球殻の頂部を切り取った形の鋳鉄をボルト締めで固定する。これに雲台を垂直に置いて下からネジ締めする。雲台は、測量用のトランシットと同様に、水平、垂直の各軸の回りに自由な回転が可能であり、任意の角度で固定する事ができる。雲台の頂部は、カメラを乗せる平板になっており、垂直にカメラ固定用のビスがあって、簡単にカメラを取り付ける事ができる。

雲台にカメラを取り付けた後は、ブームを手で押して自由に垂直軸の回りに回転する事ができ、ブームを前面一杯に張り出した時、ピンで回転リングがロックされ、ブームが固定される。ブームを回転させる時は、基部リ

ングの下側にある固定ピンの頂部を下側に引き下げる事によって、回転リングは解放される。

以上がカメラスタンドのセットの仕方であるが、設計時懸念されていたカメラ張り出し時の安定、モーター回転によるブーム、雲台全体の振動、ブームの撓み等も殆んど問題なく、当初の目的のカメラ軸線の再現性、長時間の軸線の保持の点でも、一応満足すべき結果を見た。ただし、当初考えていたものよりかなり重い物となり、設置点が屋上、高い塔等の場合、特別の運搬方法を必要とする。

#### 4.2 マガジンへのフィルム装填

この撮影の場合、400 フィートのフィルムを使用した。フィルムをマガジンに装填する場合に、トラブルが生じたり時間がかかったりする事が多かったので、ここで標準的な方法を簡単に述べて後の参考にする。

まず手を洗って汚れと汗を流す。特に手に汗がついていると、フィルムの先端の乳剤面に汗が付着して、粘性を帯び後の作業に支障を来す。

装填は全てダークバックの中で行なうが、安全のために直射日光の当たらない室内でやる事が必要である。

次に、フィルムをカンのままダークバックに入れる。カンはテープで光密性になっており、カンの中はさらに紙の袋がフィルムを包んでいる。マガジンはフタを上側にし、フィルムチェンバーへの出口を向こう側に向けた状態でダークバックに入れる。(写真-24)

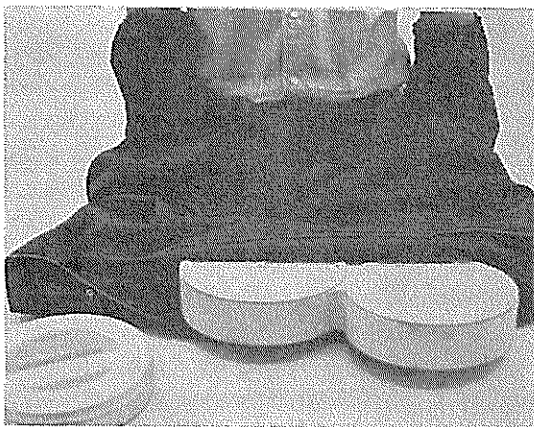


写真-24 ダークバック

バックのジッパーを閉め反対側から手をさし込み、上膊部まで入れる。この時、浅く入れるとその入口から光が入る事があるので、必ず深く入れる。カンの封を切ってフィルムを取り出し、下から見て時計回りにフィルムが解けて行くような向きにして、フィルムの先端を右側

におく。

マガジンの右側のフタを開け、フィルムの先端を左側の壁に沿って押しつけ、フィルムの出口から外側にフィルムを出す。この場合、右手でフィルムの先端を左側におさえ、左手で内側から外側へ壁に沿って滑らせる。

外側に先端が出たらフィルムを水平に保ちながら、フィルムの芯の中心とマガジン内にある回転軸とを合せてマガジンの中へ落とし込む。この場合、大切な事は絶対に力を加えない事で、力を加えると必ずフィルムがずれて、芯に近い部分と外側の部分が同一平面上にない事になり、マガジンのふたや底部にフィルムが触れて大きな抵抗を生じ、撮影不能になる。マガジンの右側にフタをして、ダークバックを開く。外側に出たフィルムを左側の巻取り側の室に入れる。中に入ったフィルムを回転軸に差し込んだフィルム巻き芯に巻きつけるが、この場合、少なくとも100cm程度は芯に巻きつける必要があり、これが少ないとフィルムをセットする場合に、芯とフィルムが外れて余分の手間を食う。左側にもフタをすれば、フィルム装填は終了である。撮影済みのフィルムを取り出す場合は、フィルムカンとマガジンをダークバックに入れて装填と逆の作業を行なえばよい。

#### 4.3 カメラセットの方法

パルスカメラのセットの方法を順序を追って示す。

- 1) マガジンケースにフィルムを装填する。
- 2) 雲台の頂部にパルスカメラを置き、ネジでカメラを固定する。
- 3) 35mmのレンズに口金をつけ、これをカメラの前側の円筒部分に差し込み、ピンとネジで固定する。
- 4) カメラの右側々面にある4ヶ所の爪を引いて、フタを取りはずす。
- 5) カメラ内部のモーター部とフィルムチェンバーの間のしきり(フィルムトランスポートプレート)の4隅にあるネジをドライバーで90°回転させて取りはずす。
- 6) ボアサイトツールをレンズを手前にして左手で持ち、右手でツールのスプリングの取手を締めて短かくし、ツールをカメラ内に入れる。対物ガラスをカメラのアーチャアにくつつけて、アーチャアの上下の小さい穴に対物ガラスの上下にある突起を入れる。次に右手でスプリングを緩めて、ツールの尾部がフィルムチェンバーの後側の壁に当たるようにして固定する。(写真-19参照)
- 7) シャッターの回転軸をロックしているクラッチピンを指で上げて、軸を時計回りに回転してシャッターの羽根を開きボアサイトで見えるようにする。レ



写真-25 パルスカメラのセット

ンズ絞りを一杯に開く。

- 8) スタンドのブームを押してカメラを回転させ、真横に張り出してピンで固定する。
- 9) 作業者は、ボアサイトを覗きながら右手で雲台を動かし、カメラの角度を調節する。この場合、作業者は必ず安全ベルトをつけ、予め足場に結びつけた安全索とカラビナで結合して万一に備える。この場合は、他の一人がスタンドの後側に乗って、不測の事態が起きて作業者がブームに体重を乗せても、バランスするように備える事が望ましい。(写真-25)
- 10) 視準したら、雲台の水平、垂直の固定ネジを完全に締めてカメラを固定する。
- 11) 回転リング固定ピンを抜き、ブームを手前に引い

てカメラを手元に寄せる。

- 12) ボアサイトを外し、5)と逆の操作を行なって、トランスポートプレートを固定する。
- 13) カメラの後フタを外し、フィルムマガジンを正しい位置に取り付け固定する。マガジン駆動モーターのプーリーをマガジンの裏側のハンドルにかける。
- 14) フィルムをアパーチャに押しつけている丁字型の板(プレッシャースライド)を後方に引いて、写真-16に見るようにフィルムを通す。この時注意すべき点は、アパーチャの上下の部分にあるフィルムのループを大きく取る事で、これが小さいために撮影が中断する事がある。
- 15) パルス発振器、バッファー、カメラをコードで接

する。

- 16) カメラ関係の者とパルス発振器関係の者と連絡を取り、フタを開けたままの状態カメラをスタートする。フィルムの送りの異常の有無を調べ、異常があればフィルムをかけ直して再びテストする。
- 17) パルス発振装置を切り、カメラ側面のフタをする。
- 18) スポットロンメーターで露出を決める。
- 19) データボックスのふたを開ける。
- 20) カウンターを0にリセットし、データスレートにデータを書く。時計の時刻を合せる。
- 21) データボックスのふたをしめる。
- 22) 準備完了

撮影が長時間にわたり、野外における撮影であるため、

適正露出はかなり変動するので、少なくとも20分に一回はスポットロンメーターで露出をチェックし、必要な処置を取るようにする。

## § 5. 解析装置の概要

### 5.1 アナライザーとタイプライター

35mmのアナライザーは、NAC社のものを使用した。構成、機能は前に一般的に述べてあるのでここでは省略する。しかし、解析作業を行なう場合、アナライザーのインディケータを目で読み取る事は時間がかかり、誤る可能性もあるので、駒数、ヘアクロスの位置を紙テープで穿孔して、電子計算機で処理する事を考えた。その関係を示したのが、図-11である。アナライザーのヘアク

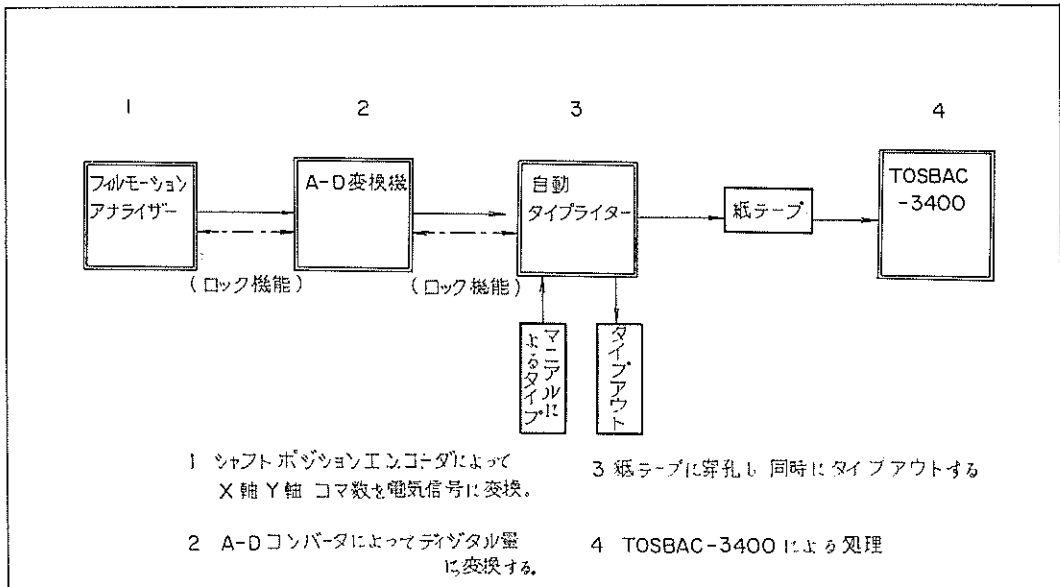


図-11 解析装置の概要

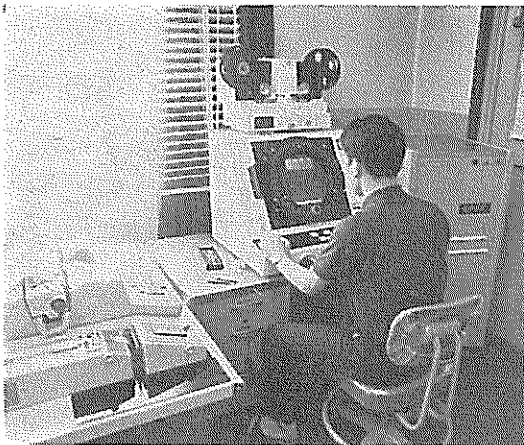


写真-26 解析装置の図

ロスの位置、駒数を電気信号に変えて、A-D変換器に入力として与える。A-D変換器でこれをデジタル量に変換して、これをフレクソライターによってタイプすると同時に、紙テープに穿孔する。当然、タイプライターはマニュアルによるタイプも可能であり、補助的なデータ、コメントも穿孔できる。紙テープとデータ処理プログラムを計算機にかけて処理する。その他、データ読み取りの場合にミスを防ぐために、幾つかのロック機能を、A-D変換器とアナライザーに組み込んだ。フィルム解析を行なっている状態写真-26に示す。

### 5.2 35mm 映写機

通常の映写機を改造して、映写機能の他にスピード変



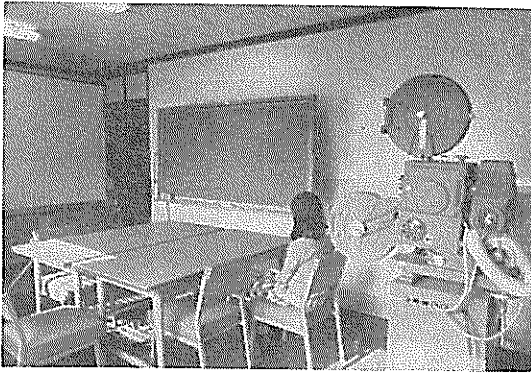


写真-27 映写機の図

換と、長時間のステール映写の機能を有するようにした。今後は、逆転が可能のように改造が必要である。(写真-27)

## § 6. 写真による位置決定方式と研究所構内における試験撮影

### 6.1 位置決定式の誘導

写真観測による位置決定の図を図-12に示す。 $\pi_2$ 側は、

現実の地点でこれをレンズ中心 $O$ を通して $\pi_1$ 平面に投影させる。これを $ABCD$ の写像について考え $abcd$ が得られたとしよう。 $N$ をレンズ光軸が $\pi_2$ 平面と交わる点として、 $n$ をその像とする。まず $A, N, O$ の関係は、一般の測量によって求める。 $A$ の像 $a$ と $n$ を基本線とし、この方向とこれに直角の方向を $\pi_2$ 平面上の軸とする。今写真 $a, b, c, d$ 上である点 $s$ の前述の直交軸に対する座標を測定して、 $\pi_2$ 平面上の点 $S$ の座標を決定する事を考える。対象物は $\pi_2$ 平面上に無く、任意の高さにある場合が一般的であるが、その場合でも後に述べるような簡単な一般化によって、取扱う事ができる。 $On=f$ (焦点距離)  $ON=H$ (撮影距離)とし $A, N, O$ の座標を次のように仮定する。

$$\left. \begin{array}{l} A(x_A, y_A, 0) \\ O(x_0, y_0, z_0) \\ N(x_N, y_N, 0) \end{array} \right\} \quad (1)$$

$n$ 点の座標は

$$\left. \begin{array}{l} x_n = x_0 + k(x_0 - x_N) \\ y_n = y_0 + k(y_0 - y_N) \\ z_n = z_0 + kz_0 \\ k = \frac{f}{H} \end{array} \right\} \quad (2)$$

次に $n$ 点を通して $\vec{On}$ に垂直な平面 $\pi_1$ を考える。

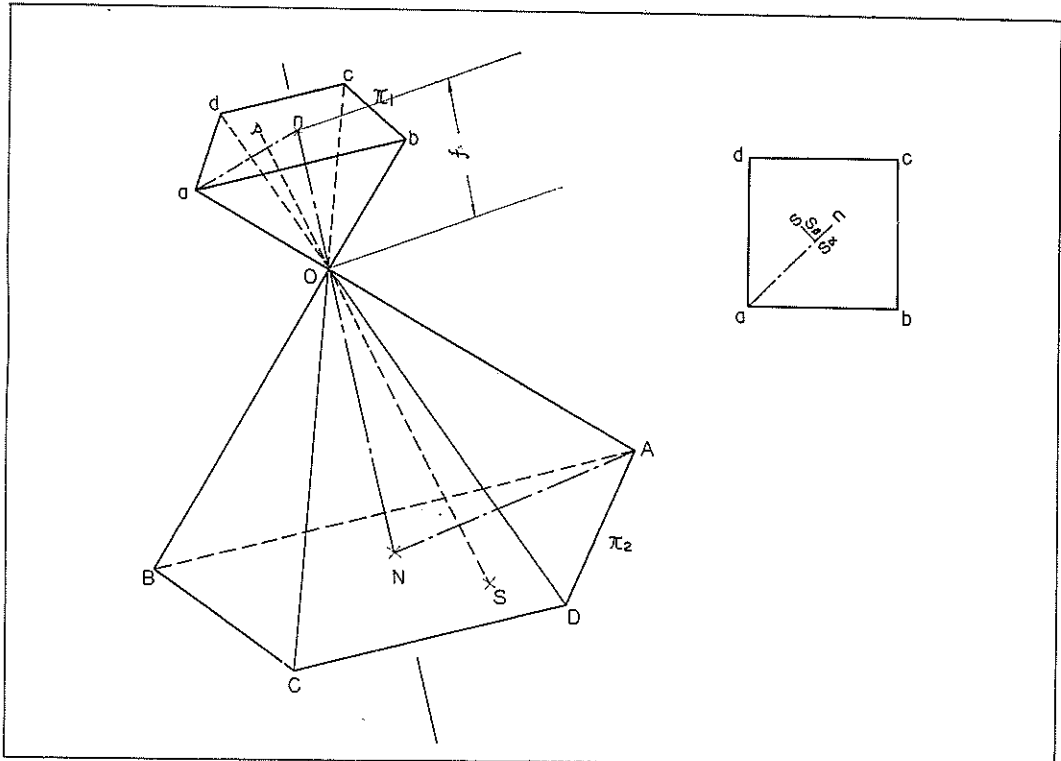


図-12 物 体 と 像

平面  $\pi_1$  の方程式は

$$(X-x_0)(x_0-x_N) + (Y-y_0)(y_0-y_N) + (Z-z_0)z_0 = fH \quad (3)$$

AO 直線の式は

$$\frac{X-x_0}{x_0-x_A} = \frac{Y-y_0}{y_0-y_A} = \frac{Z-z_0}{z_0} = (ka) \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} x_a &= x_0 + k_a(x_0 - x_A) \\ y_a &= y_0 + k_a(y_0 - y_A) \\ z_a &= z_0 + k_a z_0 \\ k_a &= \frac{fH}{(x_0 - x_A)(x_0 - x_N) + (y_0 - y_A)(y_0 - y_N) + z_0^2} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(2)式と(5)式から  $a$  点,  $n$  点の座標が判るので  $\vec{an}$  を計算すると以下の通りである。

$$\begin{aligned} \vec{an} &= \frac{f}{H\{(y_0 - y_A)(x_0 - x_N) + (y_0 - y_A)(y_0 - y_N) + z_0^2\}} \\ &\times \left\{ \left[ \{(y_0 - y_A)(x_0 - x_N) - (y_0 - y_N)(x_0 - x_A)\} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. (y_0 - y_N) + \{(x_0 - x_N) - (x_0 - x_A)\}z_0^2 \right] i \right. \\ &+ \left[ \{(y_0 - y_A)(y_0 - y_N) - (y_0 - y_A)(x_0 - x_N)\} \right. \\ &\quad \left. (x_0 - x_N) + \{(y_0 - y_N) - (y_0 - y_A)\}z_0^2 \right] j \\ &+ \left. \left[ \{(x_N - x_A)(x_0 - x_N) + (y_N - y_A)(y_0 - y_N)\}z_0 \right] k \right\} \quad (6) \end{aligned}$$

今  $\vec{na}$  ベクトルの方向余弦を  $(l_a, m_a, n_a)$  で表わすと

$$\left. \begin{aligned} l_a &= \frac{1}{K} \left\{ (y_1 x_2 - y_2 x_1) y_1 + (x_2 - x_1) z_0^2 \right\} \\ m_a &= \frac{1}{K} \left\{ (x_1 y_2 - y_1 x_2) x_1 + (y_2 - y_1) z_0^2 \right\} \\ n_a &= -\frac{1}{K} \left\{ (x_2 - x_1) x_1 + (y_2 - y_1) y_1 \right\} z_0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

となる。

$$\left. \begin{aligned} \text{ただし } x_0 - x_N &= x_1 \\ y_0 - y_N &= y_1 \\ z_0 &= z_1 \\ x_0 - x_A &= x_2 \\ y_0 - y_A &= y_2 \\ z_0 &= z_2 \\ K^2 &= \left[ (y_2 x_1 - y_1 x_2) y_1 + (x_1 - x_2) z_0^2 \right]^2 \\ &+ \left[ (x_2 y_1 - y_2 x_1) x_1 + (y_1 - y_2) z_0^2 \right]^2 \\ &+ \left[ \left\{ (x_2 - x_1) x_1 + (y_2 - y_1) y_1 \right\} z_0 \right]^2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

次に  $\pi_1$  平面内において  $\vec{na}$  の単位ベクトル  $e_a$  と点  $n$  において直交する単位ベクトルを  $e_\beta$  とする。

$\vec{NO}$  方向の単位ベクトルを  $e_\gamma$  とすれば

$$\begin{aligned} e_\gamma &= \left\{ \frac{x_0 - x_N}{H} i + \frac{y_0 - y_N}{H} j + \frac{z_0}{H} k \right\} \\ &= \frac{1}{H} \left\{ x_1 i + y_1 j + z_1 k \right\} \end{aligned} \quad (9)$$

従って  $e_\beta$  は次のようにして求められる

$$\begin{aligned} e_\beta &= e_a \times e_\gamma = \{ l_\beta i + m_\beta j + n_\beta k \} \\ &= \frac{1}{H} \left\{ (m_a z_1 - n_a y_1) i - (l_a z_1 - n_a x_1) j \right. \\ &\quad \left. + (l_a y_1 - m_a x_1) k \right\} \end{aligned} \quad (10)$$

(7), (8)式によって  $\pi_1$  平面上の座標系  $(e_a, e_\beta)$  は一般的に表現されたので次にこの座標系に対して  $(s_a, s_\beta)$  なる座標をもつ点  $s$  の空間位置を決める。

$$\begin{aligned} \vec{ns} &= s_a e_a + s_\beta e_\beta \\ &= \{ (s_a l_a + s_\beta l_\beta) i + (s_a m_a + s_\beta m_\beta) j \\ &\quad + (s_a n_a + s_\beta n_\beta) k \} \end{aligned} \quad (11)$$

(2)と(1)式より  $s$  点の座標は次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} x_s &= x_0 + \frac{f}{H} (x_0 - x_N) + s_a l_a + s_\beta l_\beta \\ y_s &= y_0 + \frac{f}{H} (y_0 - y_N) + s_a m_a + s_\beta m_\beta \\ z_s &= z_0 + \frac{f}{H} z_0 + (s_a n_a + s_\beta n_\beta) \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

従って  $\vec{OS}$  直線の方程式は、

$$\begin{aligned} \frac{X-x_0}{k(x_0-x_N) + (s_a l_a + s_\beta l_\beta)} &= \frac{Y-y_0}{k(y_0-y_N) + (s_a m_a + s_\beta m_\beta)} \\ &= \frac{Z-z_0}{kz_0 + (s_a n_a + s_\beta n_\beta)} \end{aligned} \quad (13)$$

$\pi_2$  平面との交点を  $S$  とし, 点  $S$  の  $Z$  座標を既知とすれば,  $X_s, Y_s$  は(13)式を変形して(14)式を求められる。

$$\left. \begin{aligned} X_s - x_0 &= (Z_s - z_0) \times \frac{-\frac{f}{H}(x_0 - x_N) + (s_a l_a + s_\beta l_\beta)}{\frac{f}{H}z_0 + (s_a n_a + s_\beta n_\beta)} \\ Y_s - y_0 &= (Z_s - z_0) \times \frac{-\frac{f}{H}(y_0 - y_N) + (s_a m_a + s_\beta m_\beta)}{\frac{f}{H}z_0 + (s_a n_a + s_\beta n_\beta)} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

実際に  $(s_a, s_\beta)$  を計測する場合はアナライザーによって行なうので, これについて考えると一般的には  $(e_a, e_\beta)$  とアナライザーのヘアクロス方向は一致しないので, これを  $(e_u, e_v)$  としてこれの座標  $(u_s, v_s)$  と  $(S_a, S_\beta)$  との関係を求める (図-13)。

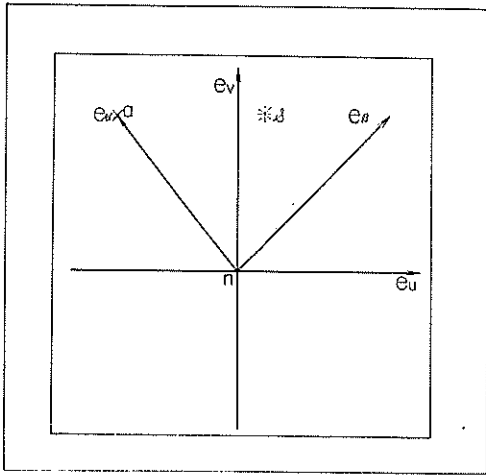


図-13 アナライザ上での読み取り

アナライザ上での a, n, s 点の (e<sub>u</sub>, e<sub>v</sub>) に対する座標を (u<sub>a</sub>, v<sub>a</sub>) (u<sub>n</sub>, v<sub>n</sub>) (u<sub>s</sub>, v<sub>s</sub>) とする。

この値に、プロジェクトの倍率を掛けて補正するこ

とにし、以下においてはすべてこの意味で行なう。

$$\begin{aligned} u^* &= u_a - u_n \\ v^* &= v_a - v_n \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} u &= u_s - u_n \\ v &= v_s - v_n \end{aligned}$$

次に  $\vec{na}$  の e<sub>v</sub>, e<sub>u</sub> 方向の方向余弦を (λ, μ) とする

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \frac{v^*}{\sqrt{u^{*2} + v^{*2}}} \\ \mu &= \frac{u^*}{\sqrt{u^{*2} + v^{*2}}} \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

従って

$$\vec{ns} = u e_u + v e_v = s_a e_n + s_b e_\beta \text{ から}$$

$$\left. \begin{aligned} s_a &= \mu u + \lambda v \\ s_b &= \lambda u - \mu v \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

(17) (7) (10) 式を (14) 式に代入して右辺の分子、分母を変形して (18) 式を得る。

$$\left. \begin{aligned} X_S - x_0 &= (Z_S - z_0) \times \frac{\frac{f}{H} x_1 + \left\{ \mu l_a + \frac{\lambda}{H} (m_a z_1 - n_a y_1) \right\} u + \left\{ \lambda l_a - \frac{\mu}{H} (m_a z_1 - n_a y_1) \right\} v}{\frac{f}{H} z_0 + \left\{ \mu n_a + \frac{\lambda}{H} (l_a y_1 - m_a x_1) \right\} u + \left\{ \lambda m_a - \frac{\mu}{H} (l_a y_1 - m_a x_1) \right\} v} \\ Y_S - y_0 &= (Z_S - z_0) \times \frac{\frac{f}{H} y_1 + \left\{ \mu m_a - \frac{\lambda}{H} (l_a z_1 - n_a x_1) \right\} u + \left\{ \lambda m_a + \frac{\mu}{H} (l_a z_1 - n_a x_1) \right\} v}{\frac{f}{H} z_0 + \left\{ \mu n_a + \frac{\lambda}{H} (l_a y_1 - m_a x_1) \right\} u + \left\{ \lambda n_a - \frac{\mu}{H} (l_a y_1 - m_a x_1) \right\} v} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

(18) 式は未知数 (X<sub>S</sub>, Y<sub>S</sub>, Z<sub>S</sub>) 三個を含んでおり当然 (18) 式だけでは、位置の決定は不可能である。しかし複数のカメラで撮影する場合、他のレンズによる画像か

ら全く同様にして  $\vec{O}_2 S$  直線を求める事ができこれを連立に解いて (X<sub>S</sub>, Y<sub>S</sub>, Z<sub>S</sub>) を求めると次式を得る。

$$\left. \begin{aligned} X_S &= \frac{1}{C_{23} C_{11} - C_{21} C_{13}} \left\{ C_{21} C_{11} (Z_0 \textcircled{1} - Z_0 \textcircled{2}) + C_{23} C_{11} x_0 \textcircled{2} - C_{21} C_{13} x_0 \textcircled{1} \right\} \\ Y_S &= \frac{1}{C_{23} C_{12} - C_{22} C_{13}} \left\{ C_{22} C_{12} (z_0 \textcircled{1} - z_0 \textcircled{2}) + C_{23} C_{12} y_0 \textcircled{2} - C_{22} C_{13} y_0 \textcircled{1} \right\} \\ Z_S &= \frac{1}{C_{23} C_{11} - C_{21} C_{13}} \left\{ C_{13} C_{23} (x_0 \textcircled{2} - x_0 \textcircled{1}) + C_{11} C_{23} Z_0 \textcircled{1} - C_{13} C_{21} Z_0 \textcircled{2} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} C_{i1} &= \left[ -\frac{f}{H} x_1 + \left\{ \mu l_a + \frac{\lambda}{H} (m_a z_1 - n_a y_1) \right\} u + \left\{ \lambda l_a - \frac{\mu}{H} (m_a z_1 - n_a y_1) \right\} v \right]_i \\ C_{i2} &= \left[ \frac{f}{H} y_1 + \left\{ \mu m_a - \frac{\lambda}{H} (l_a z_1 - n_a x_1) \right\} u + \left\{ \lambda m_a + \frac{\mu}{H} (l_a z_1 - n_a x_1) \right\} v \right]_i \\ C_{i3} &= \left[ \frac{f}{H} z_0 + \left\{ \mu n_a + \frac{\lambda}{H} (l_a y_1 - m_a x_1) \right\} u + \left\{ \lambda n_a - \frac{\mu}{H} (l_a y_1 - m_a x_1) \right\} v \right]_i \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

i = 1, 2 (左側カメラ, 又は右側カメラの区別)

(19) (20) 式によって、アナライザから u, v をテープの形でパンチアウトすれば、全く系統的に任意の点の任意時間での三次元位置を計算する事が可能であってその統計的な処理も全く容易である。写真観測から最終

的な荷役作業に関するデータまで、一貫作業として行なう事ができる。

## 6.2 研究所での試験撮影

写真観測を行なう場合、今まで述べて来た方法による

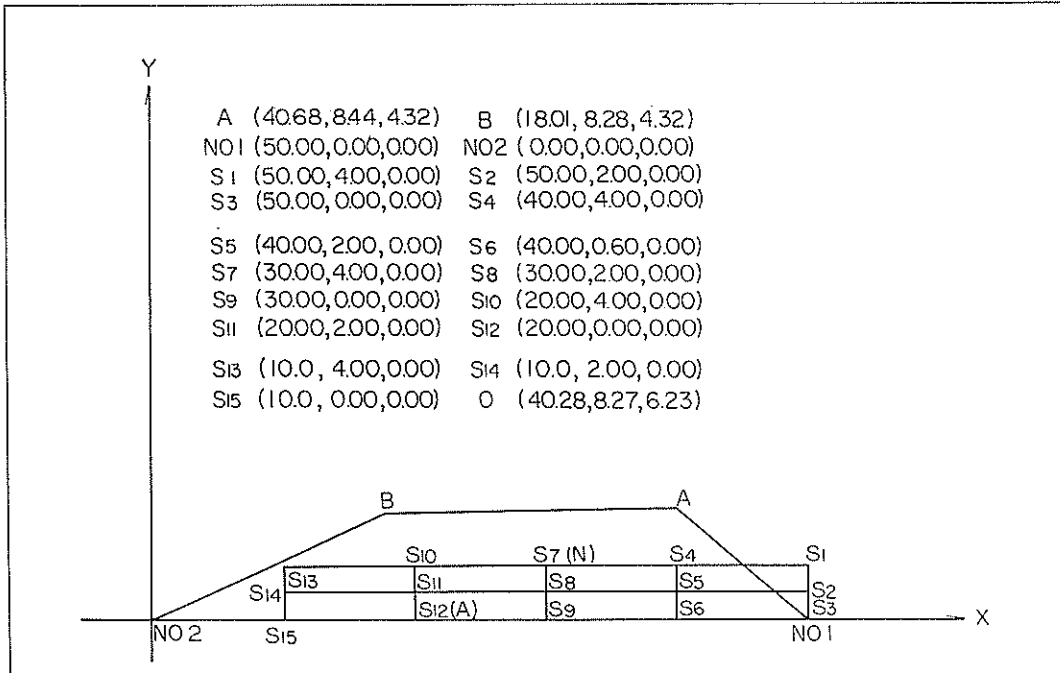


図-14 試験撮影の為の測量

位置の決定方法に、どの程度の誤差を見込むべきか概略の目安をつける必要があった。このため技術研究所内において、測量、マーキングを行なって予め目標点の位置を決定した上で、これを35ミリバルスカメラで撮影し、アナライザーにかけて  $u$ ,  $v$  を読み取った。対象は道路面上のマークであるので  $Z_s=0$  として (18) 式を計算して片側のカメラだけで位置を決定した。

場所：港湾技術研究所内 設計基準部前道路  
 距離、角測量作業：44年1月21日  
 撮影作業：44年1月24日

カメラ設置位置；設計基準部2階ベランダ  
 天気；曇り    ライトバリュウー；8.3  
 フィルム感度；160    レンズ焦点距離； $f = 28\text{mm}$   
 シャッタースピード； $1/200\text{sec}$     絞り；3.6  
 現像；増感現像

測量の結果得られた各地点間の関係を (図-14) に示す。光軸の中心は、 $S_7$  に合せ、 $S_{12}$  をAとして、今後の解析を行なう。

### 6.3 解析機による読み取り計算による座標化

表-5 に  $S_8 \sim S_{15}$  の写真映像をアナライザーのヘアク

表-5 写真測量による測点の読みとフィルム面上の値

		$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_{13}$	$S_{14}$	$S_{15}$
①	$u_s$	47.4	18.9	119.7	98.7	76.687	122.2	136.8	107.7
②	$u_n$	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
③	アナライザ倍率*	0.1265	0.1265	0.1265	0.1265	0.1265	0.1265	0.1265	0.1265
④	①-②	-32.1	-60.6	40.2	19.4	-2.7628	42.7	57.3	28.2
⑤	④×③	4.0606	-7.6657	5.085	2.454	-0.03495	5.4016	7.2485	3.567
⑥	$v_s$	79.1	84.2	123.2	125.8	127.3	146.0	144.7	147.2
⑦	$v_n$	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3
⑧	アナライザ倍率*	0.1261	0.1267	0.1261	0.1261	0.1261	0.1261	0.1261	0.1261
⑨	⑥-⑦	5.8	10.9	49.9	52.5	54.0	72.7	71.4	73.9
⑩	⑨×⑧	0.731	1.3744	6.2923	6.6203	6.8094	9.1675	9.004	9.3188

\*  $\left( \frac{\text{フィルムのコマの長さ}}{\text{アナライザ上のフィルムのコマの長さ}} \right)$

表-6 写真測量計算結果および誤差

	$u$	$v$	$X_s$ or $Y_s$	測量値	$E_x$ or $E_y$	$\Delta S = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$	$S$	$\Delta S/S$
S <sub>8</sub>	-4.0600	0.731	29.96930	30.0	0.03070	0.12204430	13.59903	0.00897448
S <sub>9</sub>	-7.6659	1.3744	29.94450	30.0	1.05550	0.21662830	14.62920	0.01480793
S <sub>10</sub>	5.0850	6.2923	20.00671	20.0	0.06710	0.11060780	21.66688	0.00510492
S <sub>11</sub>	2.4540	6.6203	19.74797	20.0	0.25203	0.25337880	22.14799	0.01144026
S <sub>12</sub>	-0.03495	6.8094	19.80314	20.0	0.19686	0.21122690	22.79503	0.00926635
S <sub>13</sub>	5.4016	9.1675	10.11382	10.0	0.11382	0.22200710	31.56158	0.00703409
S <sub>14</sub>	7.2485	9.0040	10.43987	10.0	0.43987	0.46327200	31.22584	0.01483617
S <sub>15</sub>	3.5670	9.3188	9.82544	10.0	0.17456	0.22921600	32.01895	0.00715876
S <sub>8</sub>	/	/	1.88188	2.0	0.11812	計 1.82838120 平均0.22854765	/	計 0.07862296 平均0.00982787
S <sub>9</sub>			-0.20941	0.0	0.20941			
S <sub>10</sub>			4.08793	4.0	0.08793			
S <sub>11</sub>			1.97389	2.0	0.02611			
S <sub>12</sub>			-0.07657	0.0	0.07657			
S <sub>13</sub>			2.19061	2.0	0.19061			
S <sub>14</sub>			4.14538	4.0	0.14538			
S <sub>15</sub>			0.13590	0.0	0.1359			

ロスで読んだ値とフィルム面の大きさに対して補正した結果を示す。表中  $u$ ,  $v$  はそれぞれアナライザのXY座標であり、前述のように  $u$  点は光軸上の点で今の場合  $S_7$  の像とし、もう一つの基準点  $a$  は  $S_{13}$  の像とした。この結果の  $u$ ,  $v$  を前節において誘導した式に代入し

て、 $X_s$ ,  $Y_s$  を求め、その結果を測点の真の値と比較し、各点ごとに誤差および、撮影距離に対する相対誤差を計算した。その結果を表-6に示す。さらに誤差を図-15に示す。

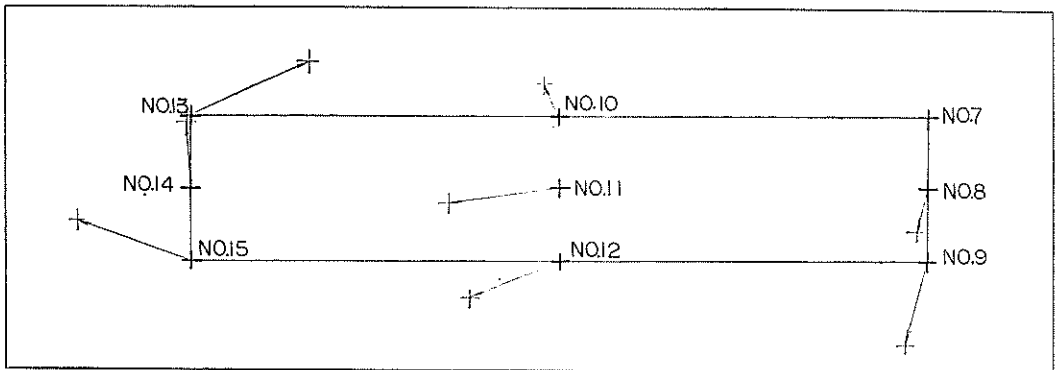


図-15 写真測量による位置決定の誤差

この図を見ると誤差がかなり大きい事が判るが我々は、次の事に注目した。

- (1) No.7 点以外の全ての測点に誤差が生じており、理論的には誤差を生じないと仮定して、計算を行なった No.12 においても他と同じ程度の誤差が出ている。
- (2) 全体として見ると時計回りに誤差が生じている。
- (3) 全体の誤差が大体同程度であって、レンズからの距離に関係していない。

これらの点から、カメラ全体の角度のズレを検討し、種々の原因のうち次の点の主因ではないかと推定した。即ち、アナライザにかけて写真を見た場合に、光軸を示すフィデシヤルマーカの交点と No.7 点との像とが一致しておらず、わずかではあるがズレが生じていた。この場合に光軸が地面と交わる点をもう一度正確に測量する事は、不可能であるので、この像とマーカの交点とのズレを無視して、後の計算を行なった。この部分を

今後改善すれば、現在の誤差のオーダーは、一指程度は落せると思われるが、通常のボアサイトによるサイト方式や、机の上に三脚を置いて写すような固定方式では、光軸の移動を防ぐ事ができない事を追加撮影で経験した。この点については、サイト方式、レンズ、固定等をさらに改善してから最終的結論を出したい。

将来、光軸のサイト時のズレによる誤差をどの程度まで落せるかの問題はさておき、誤差の問題を概略して考えれば、今の段階でも20cm程度であり我々の場合の、フォークリフト、トラック等の軌跡や、車長、幅員等を問題にする場合は、一応容認できる程度の誤差であるといえる。

## § 7. 山下ふ頭における撮影作業

著者らは43年8月14日～18日、43年8月25日～9月4日、9月21日～10月6日と三回にわたって山下ふ頭において観測を行なったが、いずれも準備の不足や観測方針が不相当であったため、満足すべきデータを得る事ができなかった。その後、撮影方法に対する検討、ふ頭作業に関する業務資料の収集のための関係者とのインタビュー等を通じて、ようやく方針を模索し始め撮影方法を最終的に決定できた。これにもとづいて、カメラスタンドを発注し、昭和44年3月に入って、ようやく本格的な撮影を始めた。

### 7.1 撮影の主な目的と方針

撮影作業を行なう場合の全体的な目的は§1において述べた通りであるが、3月の撮影作業で、特に重点をおいた事項を述べると次の通りである。

① 港湾の荷役作業、運営の問題に対する解析法のひとつとして、撮影、フィルム解析という作業ルーチンを完成させる。特に撮影のルーチンの創造、そこでの問題の指摘とその処理について考える。

② エプロン上の荷役活動を撮影して、エプロン幅員を決定する場合に、考慮すべき大きな支配力を持つ要因が何であるかを検討する。本船、上屋、倉庫等を貨物発生源とし、貨物を運搬するものとしてトラック、フォークリフト、貨車、はしけ等を考え、そのような種々の貨物運搬機の流れの場としてエプロンを考え、幅員の決定のモデルを組み立てるための知識を得る。

③ 撮影作業と平行して上屋倉庫、岸壁の利用状況を知るために、市営上屋、倉庫業者の業務用資料を補助的なデータとして収集する。

撮影作業の概略は、次のようなものである。

1. 朝8.00より夕方5.00まで昼休みを除いて一バース分のエプロンの全領域を撮影する。

2. 撮影装置は35mmパルスカメラ2台と16mmカメラ1台を、カメラスタンドに乗せて使用する。その場合の視界と、解析可能領域は、図-4の通りである。

3. 後の解析を助けるためにエプロン上を区分して、ペイントでマーキングする(図-4参照)

4. 試験的に、夜間の荷役作業を撮影する。

5. バースと反対側の通路から、上屋、倉庫の荷役を目視で観察する。

6. 撮影期間; 昭和44年3月17日～昭和44年3月26日  
10日間

7. 作業人員; 五名(工藤、高力、津端、久保、進見)

8. 必要資材; (表-4)

### 7.2 撮影結果と撮影作業の今後の課題

対象期間中の本船の状態と撮影できたフィルムを表-7に示す。これを見ると、全期間中で実際に撮影作業を行なったのはかなり少なく、しかもその中の半分は本船荷役が少ない時を撮影している。又機械の故障も今回の場合は比較的重大でなかったが、一般的にはこれを無視できない。現在撮影作業を行なう上で問題となる個所を考え、その対策を洗い出して見ると以下のようになる。

1. 機械の故障について。当初予定していた16mmメモーションカメラは、第一日目において故障が発生し、観測期間を通じて使用できなかった。又、35mmカメラも、1台はシャッター部、1台はデータボックス部に故障が発生し、後の解析作業に非常な困難な問題を起した。以前の撮影においても、作業トラブルの大半がカメラの故障によるものであった事を考え合わせると、撮影機の故障が撮影作業の第一の障害である事は明瞭である。今後、現地撮影を行なう場合は、必ず前もって徹底的な機械の点検、試験撮影が必要である。これを怠ると、貴重な人員、時間、資材の浪費を重ねることになる。

2. 夜間撮影について。今回の作業では、夜間の荷役作業を撮影する事はできなかった。シャッタースピードの変更、高感度フィルム、増感現象、赤外線フィルム、強力な照明等の方法を検討する必要がある。

3. 本船の荷役について。対象期間中に本船の荷役がどの程度行なわれるかを予想する事は極めて困難であり、このために、資材、人員を準備しても撮影作業が行なわれないという事になる。例えば、横浜山下ふ頭の場合では、指定船以外の船舶の着岸については一日前に決定されるので、長期間の作業が全く予想できず、積荷の状態も不明である。これを避ける方法は、ふ頭内の多数の岸壁に足場、マーキング等の撮影の準備を行ない、撮影資材も高い機動性を持たせ、本船の状態に応じて適当な岸壁で撮影作業を行なう方式を検討すべきである。

表-7 本船荷役状態と撮影フィルム

月 日	本船, 国籍, 総トン数	取扱いトン数, 船会社 及び船内荷役業者名	フィルム 左 側	番 号 右 側	天 候
3月17日(月)	メリトン号 ギリシア船 10,000Gt	1,000トン ・車輛が主体ではしけ荷役 ・新和海運KK ・三菱倉庫KK		*	晴
3月18日(火)	↓ 17:00 ↑ 19:00			201	晴
3月19日(水)			101 102 103 104	202 203 204 205	晴
3月20日(木)	アルナ号 ノルウェイ船 10,000Gt	2,000トン ・ドットウェルカンパニー ・関東運輸KK	105** 106 107 108	206 207 208 209	晴
3月21日(金)	↓ 18:00			*	晴
3月22日(土)				*	晴
3月23日(日)	↑ 8:00			*	晴
3月24日(月)	バハドール号 イギリス船 5,600Gt	600トン ・マッキンノンマッケンジー カンパニー ・三井倉庫KK	109** 110 111	210 211 212	晴
3月25日(火)	↓ 12:00		112 113	213 214	晴
3月26日(水)			113	214	晴

\* 本船が着岸していないか, 着岸していても岸壁側で荷役が行なわれていないために撮影せず

\*\* 左側カメラは20日, 24日故障

4. 天候について。雨の場合, 荷役作業は行なわれず, 撮影機材が水で損傷する。ある程度の雨に耐え得るよう, ビニールカバー, テントを用意し, 雨, その他の理由で使用しない場合は, 撮影機を一式格納できる現場用の防水盗難防止機能をもつ金庫を造る。しかし, いずれにしても3の本船の荷役状態, 4の天候は本質的に制御できないものであり, 従って客観的で偏りのない状況を知る

には長期間にわたる観測が必要となる。

撮影作業に必要な人員を減らすためには, 次のような改良が考えられる。

5. 人員について。

(1) 写真機に自動絞りを取り付ける。

(2) バース裏側の荷役活動に対しては, リモートコントロール雲台付き工業用テレビカメラ, V.T.R.

等によって集中的に一個所で観察する。

- (3) 撮影資材の整備を行なって信頼度を高める。
- (4) 機材の運搬を簡単にできるようにする。
- (5) 運搬および休憩用の専用車を造る。

また、最小限の人員で効率的な作業を行なうためには、撮影作業に熟達したチームを造ることが必要であり、最低五名、ないし六名程度の職員をこの作業に配置し、撮影、解析作業について一貫した訓練を行ない、各々の作業分担を決めた上で、定常的に大量の撮影作業を行なう事が必要であると思われる。特に、作業対象が他の実験とは異なり、制御できないものである以上、撮影作業を行なって、その中から有効なものだけを抽出する方式を取らざるを得ないので、いきおい撮影作業は大量になる事は避けられない。

最後に、撮影作業を行なうに当って必要とされる仕事をここにまとめて書き、今後の作業の参考にする。

- (1) 撮影場所、カメラ設置位置、カバーエリアの決定
- (2) 港湾管理者、港湾運送事業者等に対する協力依頼と、依頼公文書の発送
- (3) フィルム、レンズ、その他資材の発注、および納入の確認
- (4) 撮影作業用人員の手配
- (5) 港湾地区における測量、マーキングに対する管理者、警察への許可申請
- (6) 測量、マーキングの発注、監督
- (7) 調査方針、方法の確認、まとめ、調査原票、作業用ワークシート、作業規則説明書の作成
- (8) 撮影機械のテスト
- (9) 作業者への説明、研修
- (10) 資材の確認、資材表の作成
- (11) 宿泊施設の手配
- (12) 資材の荷造り
- (13) トラック、運搬人足の手配
- (14) 資材積み、運搬の実施監督

- (15) 現地における搬入、足場スタンドの設置
- (16) 撮影作業および補助的な記録、上屋事務所、船会社、ステベ業者に対する聞き込みによる荷役作業の把握
- (17) 徹収、荷造り
- (18) トラック積み、運搬の実施、監督
- (19) 資材の整理、撮影データの整理
- (20) フィルム現像の発注
- (21) 故障機材の修理要求

## § 8. フィルム解析の方針と解析結果の一例

ここに述べるフィルム解析は、三月の撮影作業の目的にもあったように、エブロン上の荷役作業を概観的に見る事を目的としたものであって、軌跡、速度等の運動的な解析を含まない。後者についてはここでは触れない。

### 8.1 解析方針

解析の方法のまず第一は、エブロン上の荷役の全体の流れをつかむ事である。これは同時刻の左右のカメラによるフィルムを見て、これを合成する事によって簡単に得られ、具体的には後に述べるように、30分ごとにフィルムを止めて平面図上にトラック、仮置き貨物等を記入する。これを時間的に見れば、エブロン上の状態は簡単に把握することができる。次のステップとして、経路別貨物の絶対量、平面経路、エブロン上仮置き時間、1トリップ当りの貨物単位、さらに時間的な発生量の変化等を解明する。それを行なうには、トラックの場合を例にとって、その方法を説明する。まず、問題の第一は、左右の別のカメラを合成することであり、しかも系統的に行なう事である。これを行なうために次の要領に従い、片側のフィルムごとにトラックの運動表を作成する。トラックの運動表とは表-8に示す通り、フィルム面内に表われたトラックの画面進入、退出時間、作業内容を明らかにするものである。これを左右について完成し、中央線の通過時間に基づいて、両者を一つのトラック表にする事により、トラックの作業の全てをこれから解明する

表-8 フィルム解析によるトラックの到着表 (8.34分より1時間だけを抜すいする。)

フィルム番号	No. 101, 202	開始時トラック数		搬入トラック数	
位 置	左 右	終了時	〃	搬出	〃
月 日	3月19日	左側侵入		通過	〃
開始時刻	8時34分	右側	〃		
終了	〃 10時17分	左側退去		隣からの退去数	
		右側	〃	隣への進入数	
		誤 差			



番号	役 入				C P 上 通過時刻	退 去			対 象				作 業		
	方 向	停止位置	時 刻	カウン ター		方 向	時 刻	カウン ター	上屋	倉庫	本船	不明	搬入	払出	通過
1	右へ		8:35:20		8:35:30		8:35:50								○
2	右へ	K-1	8:37:30		8:37:30		52:10								
3	左へ	H-2	8:39:40		8:44:20		50:00			○				○	
4	左へ		8:39:50		8:39:50		40:10								○
5	右へ		8:43:10		8:43:20	左へ	9:29:00								○
*6	左へ	O-2	8:43:50		9:55:40										○
7	左へ		8:47:20		8:47:30		8:47:40								○
8	左へ		8:47:20		8:47:30		47:40								○
*9	右へ	O-1	8:48:20		8:48:30										○
10	左へ	E-3	8:49:00		8:49:30		56:00			○				○	
*11	左へ	N-1	8:49:00												
*12	左へ	M-1	8:49:40												
13	左へ	E-3	8:55:20		8:56:00		9:03:20			○				○	
*14	左へ	O-1	8:58:20												
15	右へ		9:00:30		9:00:40		9:00:40								○
16	左へ	E-3	9:02:00		9:02:30		9:11:00			○				○	
17	右へ		9:02:10		9:02:20		9:08:30								○
18	左へ	H-2	9:05:20		9:22:50		9:23:10								○
19	右へ		9:09:00		9:09:00		9:09:10								○
20	左へ	E-3	9:09:00		9:09:30		9:16:50			○				○	
21	右へ		9:11:10		9:11:10		9:11:20								○
22	左へ		9:13:30		9:13:40		9:13:50								○
*23	右へ	B-3	9:16:20												○
24	左へ	B-3	9:18:10		9:18:30		9:24:00								○
25	左へ	E-3	9:20:10		9:20:40		9:27:40			○				○	
26	右へ	B-3	9:21:20		9:23:10		9:23:10								○
27	左へ	N-2	9:21:30			右へ	9:24:10			○				○	
28	左へ		9:22:30		9:22:30		9:22:40								○
29	右へ	A-1	9:23:30							○				○	
30	左へ	E-3	9:24:30		9:25:00		9:33:50			○				○	
31	右へ		9:25:10		9:25:10		9:25:20								○
*32	左へ	B-3	9:25:30		9:26:00										○
33	左へ		9:25:30		9:25:50		9:26:30								○
34	右へ		9:26:10		9:26:20		9:26:30								○
35	右へ		9:28:40		9:28:50		9:28:50								○
36	右へ		9:29:20		9:29:30		9:50:00								○
*37	左へ	B-3	9:29:40		9:29:50										○
38	右へ		9:30:20		9:30:40		9:30:50								○

- (但し) ○ \* は、9.30分までにはエプロンから退去しなかったもの。  
○ 退去方向は特に明記しない限り進入と同方向。  
○ 右へ; 第1号バースから第3号バースへ。 左へ; 第3号バースから第1号バースへ。  
○ 右側カメラ; CPよりも第1号バース側を写す。  
○ 左側カメラ; CPよりも第3号バース側を写す。  
○ 左側カメラに80秒加えて、右側カメラの時刻を基準とした。

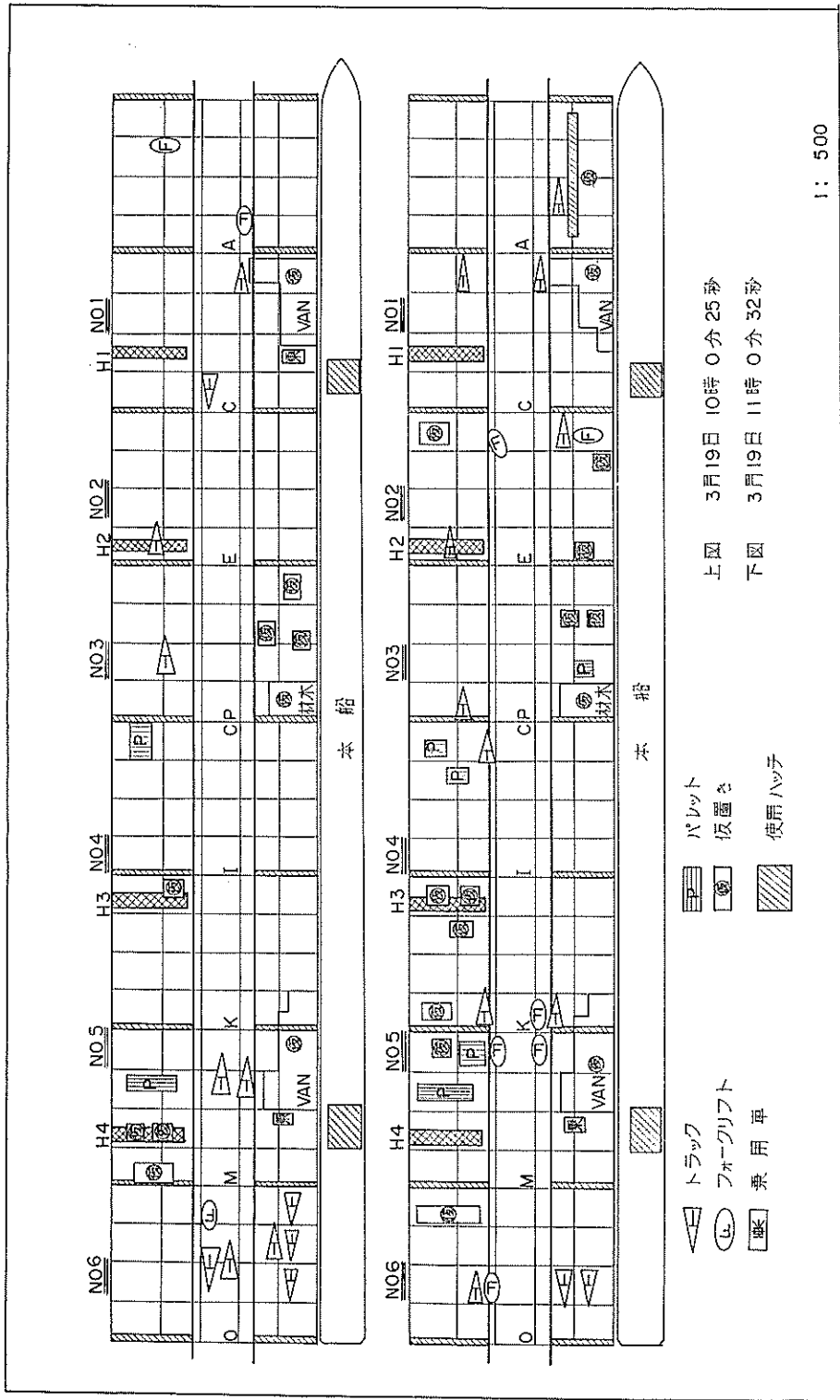


図-16 エプロンにおける利用例

事ができる。

次に時間表の記入要領を述べる。

1. 撮影開始時のトラック数を数える。
2. フィルムを中速で始めから終わりまで動かす。  
1人が左側の進入、退出トラック、他の1人が右側のトラックをカウントする。誤差を計算する。  
誤差3台以上ならばやりなおし。
3. フィルムをもう一度動かす。  
1人が、搬入作業のトラック数、払出しのトラック数をカウントし、他の1人が通過トラック数をカウントする。誤差が3台以上ならばやりなおし。
4. 開始時の画像上のトラックの位置、時刻を書く。  
フィルムを低速で動かしつつ、進入の欄を記入する。  
記入法は次の通り
  - (1) 方向 右側から r  
左側から l
  - (2) 停止位置(図-16)の通り
  - (3) 時刻は10秒単位でよい。  
カウンターは下2桁とする。
  - (4) 進入トラックは進入順番に二人にふり分けて記入する。後で一つの表に完成する。
  - (5) 進入の数が初めの数に合致しているかどうか注意する。
5. 30分毎に一枚ずつフィルムを止めて、図に次のものを記入する(図-13参照)。
  - (1) トラック停止位置
  - (2) 貨物仮置き位置
  - (3) 上屋庫口の使用状態
  - (4) 本船ハッチの使用状態
  - (5) ホイストクレーンの使用状態
6. 1～5までの作業が完成したら、表を整理する。  
(以上の作業は、複数人数で映写機を使用して行なう。)
7. 次にフィルムをアナライザーにかけて、1台のトラックごとに退出、作業、内容を追跡して欄を埋める。  
払出しとは、エプロンから荷役の払出しという意味で、トラック積みを意味する。  
各欄は○でよい。  
映写機の取扱いについては次の点に注意する。
  1. 電源、ファン、ランプ、スタート
  2. スピード制御

3. ピント合せ
4. スチール映写
5. フィルムの装填
  - (1) フィルムの入れ方
  - (2) フィルムの通し方
  - (3) フィルムの巻取り方
6. スタートする場合の注意
  - (1) フィルムが正しく通っているか
  - (2) 最初は低速で、動かしてみる
  - (3) コマが出て来た時は、スチール映写してピント位置を補正する。
7. 故障が起きた時
  - (1) 音に注意する。
  - (2) モーターを切る。
  - (3) ファンが回っているかを確かめる。

## 8.2 解析結果の例

左側、右側のカメラによる映像を合成して、エプロン上の荷役の状態を示す図を描いた例を、図-16に示す。又、フィルムから読取ったトラック運動表の一例を表-8に示す。この表から通過トラック、搬入トラック、搬出トラック、駐車トラック等を明らかにする事ができ、さらにその貨物の経路を追跡して、本船、上屋、倉庫の貨物発生源を明らかにし、エプロン利用の実態、目的を全く客観的に把握する事が可能である。

## § 9. 今後の撮影作業の見通し

今後改善すべき点を列挙すれば次の通りである。

- (1) 撮影資材の部分的な補強を、工業テレビその他で行なう。資材の運搬、設置に一層の改良を加えて移動の簡易化を行なう。資材の整備、点検を強化する。
- (2) 撮影、解析のための専門的作業者の確保と訓練方法の確立。特に撮影作業の外部への委託の検討。
- (3) 解析機械の改良。特に35mm映写機に逆転装置をつける事が必要である。その他解析作業の改善、迅速化を計る。

また、この方法は試験的段階であり、エプロンに対する結論を出すためには、さらに横浜港、神戸港において現地撮影作業を行なう必要がある事はいうまでもない。

さらに、エプロン以外の運動を記録する場合についても、その方式を検討して問題となるべき事項を明らかにし、標準的な作業方法を確立する事が必要である。

## 謝 辞

写真観測を行なう際に御指導頂いた、船舶技術研究所、艦装研究室、産業安全研究所、人間工学研究室の各位と、山下ふ頭での観測中御協力頂いた、横浜市山下ふ頭事務所、三井、三菱、住友倉庫株式会社の各位に感謝します。また実際に、延べ4回にわたる撮影作業を行なうにあたって、現地での機材の運搬、設置、操作等の不慣れな作業に自己の職務を中断して、快よく御協力下さった研究

所職員その他の方々に対して、以下に氏名を記載して、感謝の意を表わしたいと思います。

設計基準課	遊見技官	山口技官
研修資料課	兼近技官	
計算室	奥山技官	津端技官
その他	宇木紫秀氏	
	望月憲司氏	
	宮田賢一氏	

港 湾 技 研 資 料 No. 86

1969. 9

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 ヨシダ印刷株式会社亀戸工場  
東京都江東区亀戸4丁目52番12号